

Школа ИШНПТ

Направление подготовки Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали "Крышка" на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Матвеев Артем Витальевич		05.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	К.Т.Н.		05.06.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИШНПТ	Анисимова Мария Александровна			05.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТГ ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н, доцент		05.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			05.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	К.Т.Н.		

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.

P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и

	материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
Отделение материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____. Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Матвееву Артему Витальевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Крышка" на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы: 05.06.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Крышка»; Тип производства: мелкосерийное.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала	Чертеж детали. Технологическая документация. Карта наладки.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова Мария Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
---	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	К. Т. Н.		16.12.2019
Ассистент ОМ ИШНПТ	Анисимова Мария Александровна			16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Матвеев Артем Витальевич		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 85 с., 7 рис., 33 таблицы, 23 использованных источников.

Ключевые слова: КРЫШКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, МИНИМАЛЬНЫЕ ПРИПУСКИ.

Объектом исследования является: деталь «Крышка».

Цель работы является технологическая подготовка производства изготовления детали "Крышка" на станках с ЧПУ.

В процессе исследования был выполнен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс, подобраны средства технологического оснащения для изготовления детали, подобраны режимы резания и рассчитаны минимальные припуски на обработку детали, произведен размерный анализ. В финансовой части проекта был выполнен расчет сметы затрат на выполнение проекта и оценка экономической эффективности проекта. Выявлены вредные и опасные факторы и предложены мероприятия для устранения этих факторов. В результате исследования был разработан технологический процесс изготовления детали «Крышка», написана управляющая программа и карта наладки для токарного станка с ЧПУ, разработана принципиальная схема специального приспособления и рассчитано усилие зажима детали.

Нормативные ссылки

1. ГОСТ Р 53924-2010 Полотна ленточных пил. Типы и основные размеры.
2. ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические.
3. ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция.
4. ГОСТ 18880-73 Резцы токарные подрезные отогнутые с пластинами из твердого сплава.
5. ГОСТ 19045-80 Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные трехгранной формы с задним углом 11° .
6. ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующие трехкулачковые.
7. ГОСТ 8522-79 Патроны сверлильные трехкулачковые с ключом.
8. ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные.
9. ГОСТ 4126 Набор радиусных шаблонов.
10. ГОСТ 6507-90 Микрометры.
11. ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом.
12. ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности.
13. ГОСТ 166-89 Штангенциркули.
14. ГОСТ 10996-64 Фрезы дисковые зуборезные модульные.
15. ГОСТ 13785-68 Оправки с хвостовиком конусностью 7:24 и торцовыми шпонками для насадных торцовых фрез. Конструкция и размеры.
16. ГОСТ 1513-77 Надфили.
17. ГОСТ 4045-75 Тиски слесарные с ручным приводом.
18. ГОСТ 9140-2015 Фрезы шпоночные с цилиндрическим, коническим хвостовиками и хвостовиком с конусностью 7:24
19. ГОСТ 2270-78 Инструмент абразивный. Основные размеры элементов крепления.
20. ГОСТ 18833-73 Головки измерительные рычажно-зубчатые.
21. ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок.
22. ГОСТ 1050-88 Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь.

23. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
24. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
25. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
26. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
27. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
28. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
29. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
30. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Обозначения, сокращения

ЧПУ – числовое программное управление;
ТПП – технологическая подготовка производства;
ТКИ – технологичность конструкции изделия;
ТП – технологический процесс;
СТО – средства технологического оснащения;
СПИД – (станок-приспособление-инструмент-деталь);
КИМ – коэффициент использования материала;
САПР – система автоматизированного проектирования;
СМП – сменные многогранные пластины;
ГПС – гибкая производственная система;
ГПМ – гибкий производственный модуль;
УП – управляющая программа;
ПУ – программное управление;

Оглавление

Введение	13
1 Технологическая подготовка производства детали.....	15
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	15
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	16
1.3 Способ получения заготовки	18
1.4 Проектирование технологического процесса	18
1.5 Расчет припусков на обработку.....	23
1.6 Выбор средств технологического оснащения.	25
1.6.2 Уточнение содержания переходов	29
1.6.3 Выбор и расчет режимов резания	30
1.6.4 Нормирование технологических переходов.....	33
1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	40
1.8 Размерный анализ технологического процесса	42
1.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	43
1.10 Обоснование выбора схемы приспособления.....	45
1.10.1 Расчет усилия зажима	46
1.10.2 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).....	47
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	52
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	52
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений	52
3.2 SWOT-анализ.....	54
3.2.1 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	56
3.3 Технология QuaD	57
3.4 Планирование научно-исследовательских работ	58
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	58

3.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	59
3.5 Бюджет научно-технического исследования	62
3.5.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	63
3.5.2 Расчет амортизации специального оборудования	63
3.5.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	64
3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	66
3.5.5 Накладные расходы	66
3.5.6 Бюджетная стоимость	66
3.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ...	67
4 Социальная ответственность	72
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
4.2 Производственная безопасность.....	75
4.2.1 Опасный уровень напряжения в электрической цепи	75
4.2.2 Повышенный уровень шума.....	76
4.2.3 Повышенный уровень вибрации.....	77
Заключение	83
Список литературы	84
Приложение А. Комплект технологической документации	87

Введение

Машиностроение – отрасль народного хозяйства, необходимая для развития любого государства. В XXI веке повысились требования к качеству и количеству выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало возможно с внедрением и использованием более современных технологий и методов механической, электромагнитной, термической, ультразвуковой и т.д., обработки материалов. Чтобы обеспечить требуемую точность и производительность изготовления деталей, необходимо повышать долю автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также заменять ручной труд механизированным, что в данное время и происходит. Для эффективного управления и использования такого оборудования требуются высококвалифицированные инженеры-операторы.

Модернизация машиностроительной отрасли должна проводиться заменой старого и устаревшего оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ. В нашей стране высокая доля производств с устаревшими станками советского времени, которые не способны обеспечивать необходимых требований.

Наиболее популярный метод обработки материалов – механическая обработка. Другие методы либо дорогостоящие, либо малопроизводительны, либо еще не распространены. Поэтому технологам и конструкторам необходима более полноценная теоретическая и практическая подготовка именно в этой области, но также важно знание и понимание более современных методов обработки, не получившие пока широкого распространения.

Руководство машиностроительных предприятий должно не только умело адаптировать своё производство под современные нужды и рационально использовать свои возможности, но и следить за современными тенденциями и по возможности внедрять их своё производство.

В данной работе решались следующие задачи: анализ технологичности, разработка технологического маршрута изготовления детали, выбор средств

технологического оснащения, инструментов, расчет минимальных припусков, расчет режимов обработки.

1 Технологическая подготовка производства детали

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

В ходе работы, так же, как и в производственных условиях, любая конструкция должна быть проанализирована.

Цель такого анализ – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции

Рассматриваемая в данной работе деталь “Крышка” предназначена для изоляции сборочного узла от внешних факторов окружающей среды, в частности, попадания пыли, мусора и т.д. На рисунке 1 показана 3D модель детали.

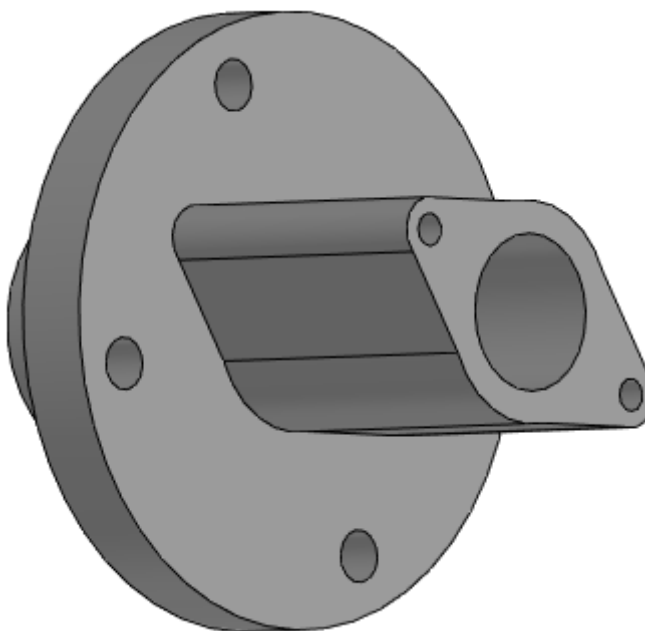


Рисунок 1- 3D модель детали

На крышке есть несколько поверхностей с одинаковыми шероховатостями и квалитетами, что позволяет облегчить работу технолога.

Требуемая точность обработки цилиндрических поверхностей крышки обеспечивается черновым точением (Ra 6,3), сверлением (Ra 6,3) и резьбонарезанием (Ra 3,2). При фрезеровании по 14 квалитету обеспечивается шероховатость Ra 6,3мкм. Данная деталь является технологичной, т.к. отвечает

всем эксплуатационным требованиям, может быть изготовлено в данных конкретных условиях с наименьшими затратами времени, труда и материалов при использовании наиболее прогрессивных, экономически оправданных методов производства. Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

Деталь “Крышка” изготавливается из материала марки Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1412-70. Состав СЧ 21-40 приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав СЧ 21-40

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не более			
2,9-3,2	1,2-1,6	0,8-1,2	0,15	0,3	0,5	0,3

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [2]. Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемыми при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя

детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. Химическое никелевое покрытие, содержащее 3-12% фосфора, обладает лучшими защитными свойствами по сравнению с электрохимическим никелевым покрытием. Покрытие обладает повышенной твердостью и износостойкостью и рекомендуется для деталей, работающих в условиях трения, особенно при отсутствии смазки; применяется для защиты от коррозии, покрытие рекомендуется применять преимущественно для сложнопрофилированных деталей. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы или CAD/CAE/PDM-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации (рисунок 2). Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС-3D v18.1 (приложение APM FEM).

Из эпюры максимальных напряжений, видно, что максимальное напряжение доходит до отметки 17,44 МПа, что меньше предела текучести, который равен 350 Мпа [2]. На остальных конструктивных элементах, в среднем действует напряжение около 10,9 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

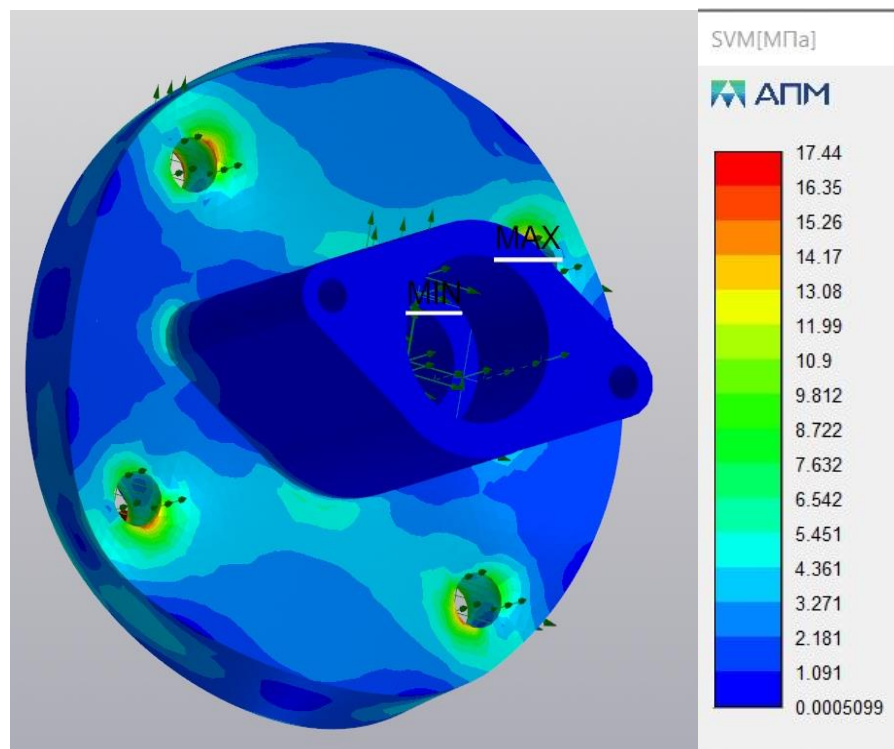


Рисунок 2 - Статически узловое напряжение модели

1.3 Способ получения заготовки

Для детали типа «Крышка» целесообразно рассмотреть два способа:

- 1) изготовление заготовки из прутка;
- 2) изготовление заготовки из поковки.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы готовой детали (q) к массе исходной заготовки (Q) [2]:

$$K = \frac{q}{Q}$$

где q - масса готовой детали, кг; Q - масса заготовки, кг.

По данным САПР Компас-3D V18

Для прутка имеем: $Q = 5,45$ кг, $q = 1,28$ кг, тогда

$$K = \frac{1,28}{5,45} \approx 0.23$$

Для поковки: $Q = 3,34$ кг, $q = 1,28$ кг, тогда

$$K = \frac{1,28}{3,34} \approx 0.38$$

Сравнивая коэффициенты, можно увидеть что заготовка из поковки подойдет лучше для производства, чем пруток. Использование такого вида заготовки сократит время на механическую обработку. Однако, во-первых, появляется необходимость в обдирке заготовки. Во-вторых, потребуется наличие необходимого дополнительного оборудования.. Поэтому целесообразно будет выбрать пруток для заготовки. Выбираем пруток СЧ 21-40 ГОСТ 1412-85 и ГОСТ 26358-84.

1.4 Проектирование технологического процесса

Для проектирования технологического процесса существуют общие принципы на основе которых будет разрабатываться технологический маршрут. Такими принципами являются:

1) первыми обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут использоваться как технологические базы на всех либо большинстве операций технологического процесса;

2) используя чистовые базы, обрабатывают необходимые поверхности в последовательности увеличения точности, т.е. чем точнее поверхность, тем позже её обрабатывают.

3) выявляют необходимость разделения процесса изготовления на стадии обработки. При механической обработке такими стадиями являются: Черновая, чистовая, отделочная.

4) вспомогательные поверхности типа фаски, пазы и др. обычно получают на чистовых стадиях обработки.

5) предварительное содержание операций устанавливают объединением технологических переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке.

6) в маршрутный технологический процесс включают второстепенные операции, а также контрольные операции.

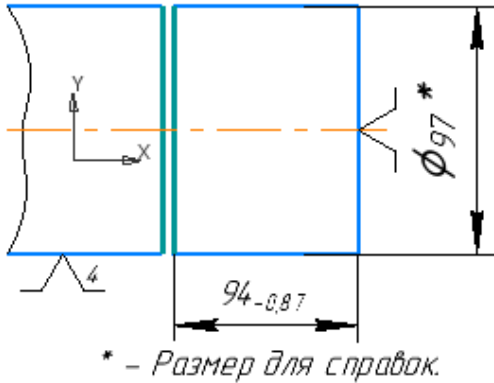
Исходя из вышеизложенного можно наметить предварительную последовательность обработки поверхностей заготовки:

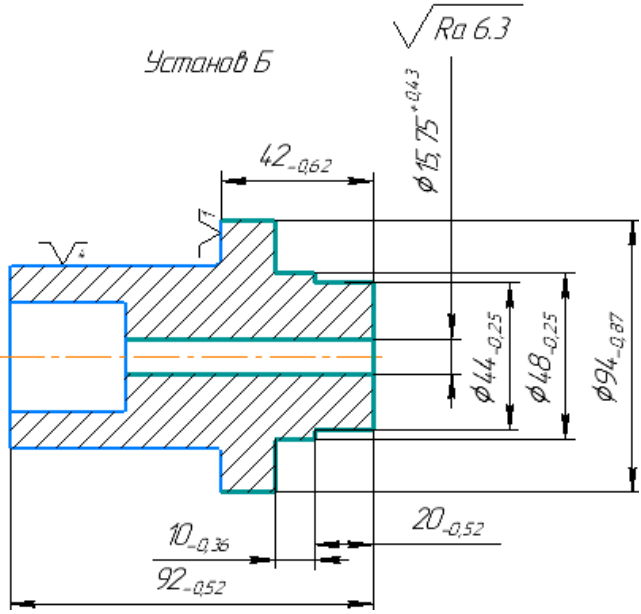
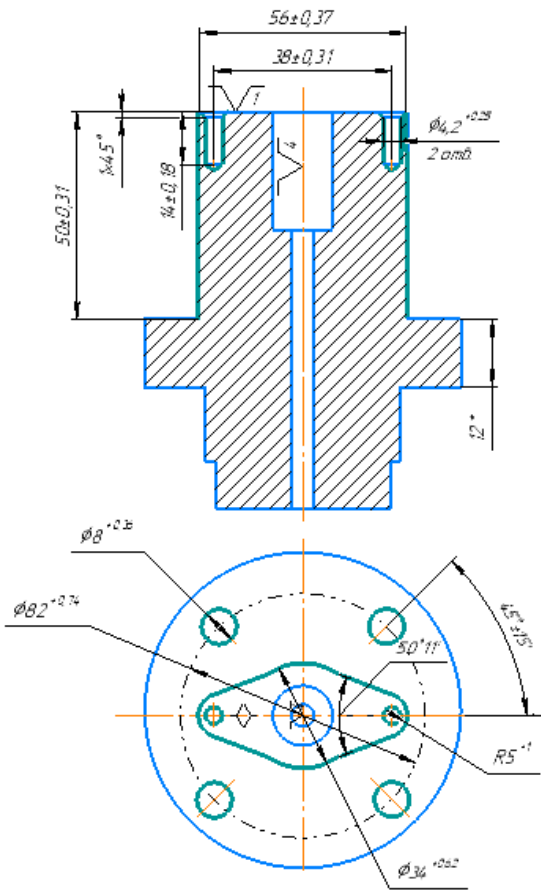
005 Заготовительная;

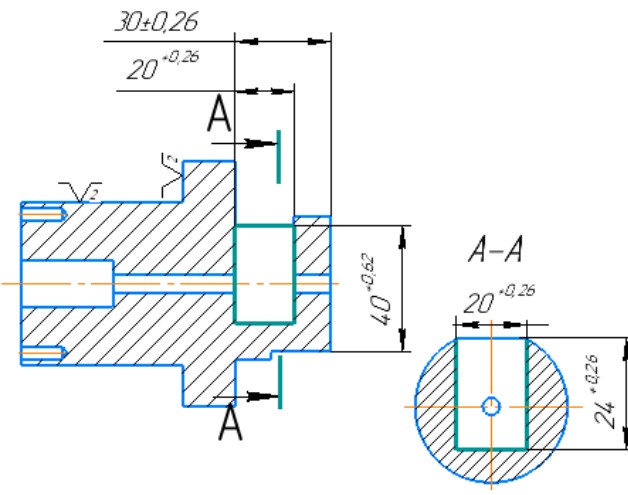
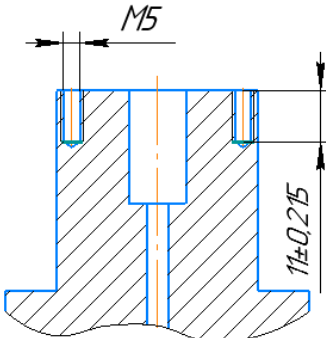
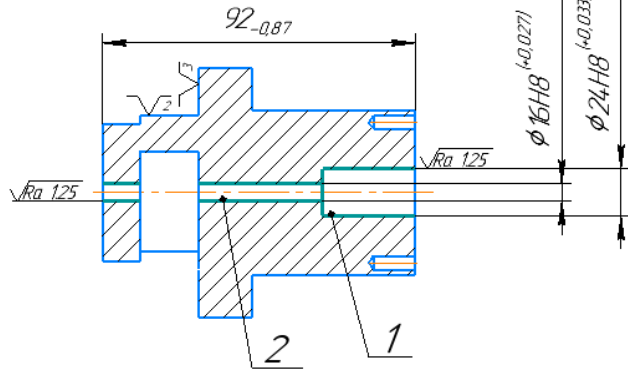
010 Токарная с ЧПУ;
 015 Фрезерная с ЧПУ;
 020 Слесарная;
 025 Внутришлифовальная;
 030 Слесарная;
 035 Промывочная;
 040 Контрольная;
 045 Консервация.

На основании данного технологического маршрута представим технологический процесс детали в таблице 2.

Таблица 2 – Технологический процесс

Операционный эскиз	Описание перехода
 <p>* - Размер для справок.</p>	<p>005 Заготовительная А. Установить заготовку в призмы. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку выдерживая размеры $94_{-0,87}$ * - Размер для справок.</p>
 <p>Установ А</p>	<p>010 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец выдерживая размеры $93_{-0,52}$ мм. 2. Точить заготовку выдерживая размеры $50 \pm 0,62$ мм и $56^{+0,62}$ мм. 3. Центровать торец центровочным сверлом $\phi 6,3$ мм. 4. Сверлить отверстие выдерживая размер $\phi 21,5^{+0,5}$ мм. 5. Расточить отверстие до диаметра $\phi 23^{+0,21}$ мм на глубину $42^{+0,52}$ мм.</p>

 <p>Установ Б</p> <p>$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> <p>$\phi 15,75^{+0,43}$</p> <p>$\phi 44_{-0,25}$</p> <p>$\phi 48_{-0,25}$</p> <p>$\phi 94_{-0,87}$</p> <p>$42_{-0,62}$</p> <p>$10_{-0,36}$</p> <p>$92_{-0,52}$</p> <p>$20_{-0,52}$</p>	<p>Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец выдерживая размер $92_{-0,52}$ мм. 2. Точить заготовку выдерживая Размеры $\phi 94_{-0,87}$ мм $\phi 48_{-0,25}$ мм $\phi 44_{-0,25}$ мм. 3. Центровать торец центровочным сверлом $\phi 6,3$ мм. 4. Сверлить отверстие выдерживая размер $\phi 15,75^{+0,43}$ мм насквозь.
 <p>$56_{\pm 0,37}$</p> <p>$38_{\pm 0,31}$</p> <p>$50_{\pm 0,31}$</p> <p>$14_{\pm 0,18}$</p> <p>$\phi 4,2^{+0,3}$</p> <p>2 мм</p> <p>$\phi 8^{+0,36}$</p> <p>$\phi 82_{\pm 0,24}$</p> <p>$\phi 36_{\pm 0,2}$</p> <p>$R5$</p> <p>12°</p>	<p>015 Фрезерная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующий патрон.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать контур согласно эскизу. 2. Центровать 2 отверстия центровочным сверлом $\phi 2,5$ мм. выдерживая размеры $38_{\pm 0,31}$ мм. 3. Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры $14_{\pm 0,215}$ мм, $\phi 4,2^{+0,3}$ мм и $38_{\pm 0,31}$ мм . 4. Снять фаску $1 \times 45^{\circ}$ 5. Центровать 4 отверстия центровочным сверлом $\phi 2,5$ мм. 6. Сверлить 4 отверстия на глубину 12 мм выдерживая размеры $\phi 8^{+0,36}$ мм и $45^{\circ} \pm 15'$

	<p>Б. Установить заготовку в специальное приспособление</p> <p>7. Фрезеровать паз согласно эскизу</p>
	<p>020 Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</p> <p>2. Нарезать резьбу М5 на длину $11 \pm 0,215$ мм в двух отверстиях</p>
	<p>025 Внутришлифовальная</p> <p>А. Установить заготовку в цанговый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Шлифовать поверхности 1 и 2 выдерживая размеры $\varnothing 16^{+0,027}$ мм, $\varnothing 24^{+0,033}$ мм.</p>
<p>030 Слесарная</p> <p>Снять заусенцы и притупить острые кромки</p>	
<p>035 Промывочная</p> <p>1. Промыть согласно ТТП 01279-00001, вариант 5.</p>	
<p>040 Контрольная</p> <p>Контролировать размеры обработанных поверхностей</p> <p>Контролировать шероховатость обработанных поверхностей</p>	
<p>045 Консервация</p> <p>1. Консервировать согласно ТТП 60270-00001, вариант 7</p>	

1.5 Расчет припусков на обработку

Припуском на обработку называется толщина слоя материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. Припуски принято делить на общие и промежуточные. Общий необходим для выполнения всех технологических переходов обработки данной поверхности, промежуточный – для выполнения отдельного перехода. Принято различать минимальное, максимальное, среднее и номинальное значение припуска на обработку. Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности заготовки.

Минимальные припуски на обработку $Z_{i_{min}}$ определяется двумя методами: нормативным и расчетно – аналитическим.

При нормативном методе значения $Z_{i_{min}}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно – аналитическом методе, $Z_{i_{min}}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее точно учесть конкретные условия обработки. [4]

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически:

$$2Z_{mini}=2\cdot(Rz_{i-1}+T_{деф\ i-1}+r_{i-1}+\varepsilon_i),$$

где Z_{mini} – минимальный припуск на данный, i переход, мкм;

Rz_{i-1} – шероховатость, полученная на предыдущем. $i-1$, переходе, мкм;

$T_{деф\ i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

r_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе. Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию. Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [4].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $\varnothing 94_{-0,87}$ мм.

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra} \ 6,3$, допуск на размер $\delta_{заг}=0,87$ мм.

Шероховатость поверхности $\sqrt{Rz} \ 160$, допуск на диаметр заготовки

$$\delta_{заг} = 2,2 \text{ мм} = 2200 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{min}=2 \cdot (220+300+350+30)=2 \cdot 900 = 1800 \text{ мкм.}$$

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{min}$) к предельному максимальному размеру (d_{max}):

1.Токарная с ЧПУ

$$d_{min}= d_{max} - T_d= 94-0,35=93,65 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае $h12 \ T_d=350$ мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{max} = 94 \text{ мм};$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3:

Таблица 3 – припуски на обработку наибольшего диаметрального размера

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z _{min} ,	Принятый технологический размер, мм	Допуск T _d , мкм	Предельны размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T _{деф}	ρ	ε				d _{min}	d _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Наружная поверхность Ø94-0,87											
заготовительная	220	300	350	-			2200	95,8	98		
1.токарная ЧПУ	15	20	95	30	1800	94h12	350	93,65	94	1800	4350

Дальнейший расчет припусков производится аналогично предыдущему размеру, за исключением того, что при расчете отверстий рассчитывается максимальный предельный размер следующим образом:

$$D_{\max i-1} = D_{\min} - 2Z_{\min};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наибольшего наружного размера:

Операция 1:

$$d_{\min} = 45 - 0,58 = 44,42;$$

$$d_{\max} = 44$$

Принятый технологический размер 44h12;

Таблица 4 – расчет минимальных припусков на обработку наружной поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	Тдеф	ρ	ε				dmin	dmax	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Наружная поверхность Ø44 _{-0,62}											
1.Токарная с ЧПУ (черновое точение)	50	70	90	60			580	44,42	45		
2.Токарная с ЧПУ (чистовое точение)	15	20	95	30	800	44h12	250	43,75	44	1280	420

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного внутреннего размера:

Операция 1:

$$D_{\max} = 22,5 + 0,5 = 22,5 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = 22,5 \text{ мм};$$

Операция 2:

$$D_{\max} = 23,5 + 0,1 = 23,6 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = 23,6 \text{ мм}$$

Таблица 5 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z _{min} , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск Td, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T _{деф}	ρ	ε				D _{min}	D _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Внутренняя поверхность Ø24+0,033											
1.Сверлильная	60	85	250	100			210	22,5	22,71		
2.Токарная с ЧПУ	40	60	90	0	790	23H10	100	23,5	23,6	790	1100
3.Шлифовальная	6,3	20	55	10	400	24H8	33	24	24,033	400	533

1.6 Выбор средств технологического оснащения.

Разработка технологического процесса неразрывно связана с выбором средств технологического оснащения (станков, приспособлений и инструментов).

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Выбор станков прежде всего определяется необходимостью придания поверхностям детали соответствующей конфигурации и обеспечения требований к точности их размеров, формы и расположения, а также шероховатости. Если это возможно на различных станках, то выбор производят, учитывая следующие факторы:

- соответствие размеров детали габаритным размерам станка;
- соответствие производительности станка объему выпуска деталей;
- возможность наиболее полного использования станка по времени и мощности;
- возможность достижения наименьшей трудоемкости и себестоимости обработки заготовки.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а также занесем выбранные средства в таблицы 1.6 и 1.7. [5]

Таблица 6 - Средства технологического оснащения

№ Операции	Оборудование	Режущий инструмент	Установочное приспособление
1.Заготовительная	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	Ленточное полотно 1-13-0,65-3 ГОСТ Р 53924-2010	Призмы 7033-00455 ГОСТ 1215-66
2.Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1 (ЧПУ NC-201(M).)	<p>Резец проходной отогнутый 2100-0025 ГОСТ 18878-73 Материал пластины: ВК8</p> <p>Резец подрезной 2112 – 0084 ГОСТ 18880-73 Резец расточной 2122 – 0034 ГОСТ18883-73 Материал пластины: ВК8</p> <p>Сверло центровачное 2317-0124 ГОСТ 14952-75 Сверло твердосплавное d17,75 ГОСТ 22735-77 Материал режущей части: ВК8</p>	<p>Трехкулачковый патрон 7100-0044 ГОСТ 12595-2003</p> <p>Резцедержатель ESW_137230 Державка для точения SCLCL 2525M 09HP Пластина N123T3-01000-RS 1125 Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79</p>
3.Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок Haas TM-1P с ЧПУ	<p>Фреза концевая ГОСТ 17026-71 Материал пластины: ВК8</p> <p>Фреза d8 2220-0009 концевая ГОСТ 17025-71 Сверло центровачное 2317-0124 ГОСТ 14952-75 Сверло спиральное d5 ГОСТ 22736 - 77.Материал режущей части: ВК8</p> <p>Сверло спиральное с пластинками ВК8 SEKIRA d8 ГОСТ 22736-77. Материал режущей части: ВК8</p>	<p>Патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-47 Универсальная оправка для фрез ISO30-32; Специальное приспособление 4A51.01.00.СБ Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79</p> <p>Переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16</p>

Продолжение таблицы 6

4.Слесарная		Верстак слесарный ГОСТ 19917-93 Надфиль 2826 0054 ГОСТ 1513-77	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75
5.Внутришлифовальная	Внутришлифовальный Станок 3К227В	Головка шлифовальная AW 8x10 24А 25-Н СТ1 6 К А ГОСТ 2447-82 Головка шлифовальная AW 20x25 24А 25-Н СТ1 6 К А ГОСТ 2447-82	Цанговый Патрон 1-30-2-90 ГОСТ 26539-85
6.Промывочная			Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7
7.Консервация	Материал согласно ТТП 60270-00001, вариант 7		

Таблица 7- Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Прибор измерительный
1.Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-125-0,1
2.Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-80 Измеритель радиуса из нержавеющей стали DRELD R 1-7 мм Глубиномер ГМЦ 25-1 ГОСТ 7470-92; Угломер типа 2-2 Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-82
3.Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль цифровой для измерения межцентровых расстояний Filetta 0.01 мм, 5 - 300 мм Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-82;
4.Слесарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-80
5.Внутришлифовальная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.

6.Слесарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-80
6. Контрольная		Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90; Головка измерительная 1ИГ ГОСТ 18833-73; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126-82; Глубиномер ГМЦ 25-1 ГОСТ 7470-92; Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль цифровой для измерения межцентровых расстояний Filetta 0.01 мм, 5 - 300 мм; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.

1.6.2 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, выражается постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменяется режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход. Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки. Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

Токарная с ЧПУ (установ А) :

- 1)Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочих хода;
- 2)Центрование – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 3)Сверление Ø16 мм – 1 переход, 1 рабочих хода;
- 4)Растачивание Ø24 мм – 1 переход, 8 рабочий ход;

Токарная с ЧПУ (Установ Б):

- 1)Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2)Точение наружного Ø94h12 мм– 1 переход, 3 рабочих хода;
- 3)Точение наружного диаметра Ø48h12 – 1 переход, 25 рабочих ходов;
- 4)Точение наружного диаметра Ø44h12 – 1 переход, 27 рабочих

Фрезерная с ЧПУ (Установ А):

1) Фрезерование – 1 перехода, 22 рабочих ходов;

2) Центрование – 1 переход, 6 рабочих хода;

3) Сверление Ø5 мм – 1 переход, 2 рабочих хода;

4) Сверление Ø8 мм – 1 переход, 4 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (Установ Б):

Фрезерование – 1 перехода, 25 рабочих ходов;

Внутришлифовальная:

1) Шлифование – 2 перехода, 4 рабочих хода;

1.6.3 Выбор и расчет режимов резания

Токарная:

Инструмент – Резец подрезной 170445-ВК8 ГОСТ 18880-73

Глубина резания $t = 1$ мм, подача $S = 0,6$ мм/об.

Скорость резания при наружном поперечном точении:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

где C_v, x, y, m, K_v – табличные коэффициенты (таблица 17 [3]);

$T=90$ – период стойкости инструмента; t – глубина резания; s – подача.

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{nv},$$

где $K_v = K_{mv} K_{pv} K_{lv}$; K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

K_{pv} – коэффициент на инструментальный материал,

K_{nv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{190}{200} \right)^{1,25} = 0,94$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 0,94 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,6241$$

$$V = \frac{350}{90^{0,20} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,62 = 111 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания, используя упрощенную формулу для расчета режимов резания [7]:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{111 \cdot 1000}{3,14 \cdot 97} = 364,4 \text{ об/мин}$$

Для обработки торца примем 365 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 97 \cdot 365}{1000} = 110,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Фрезерная:

Инструмент- Фреза концевая ГОСТ 26595-85

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v$$

где $K_v = K_{mv}$ или K_{iv} ; K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал,

K_{pv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

T – период стойкости инструмента (таблица 82, [3]);

S_z – подача на зуб, согласно таблице 75 [3];

C_v, m, y, q, x, p, u – коэффициенты из таблицы 81 [3]; D – диаметр фрезы.

t – глубина резания = 1; B – максимальная ширина фрезерования = 20мм;

Примем согласно справочным таблицам:

$C_v=108$; $S_z=0,20$;

$q=0,2$; $x=0,06$;

$y=0,3$; $u=0,2$;

$p=0$; $m=0,32$;

$T=80$ мин – стойкость фрезы.

K_v – поправочный коэффициент, принимается из справочных данных

$$V = \frac{108 \cdot 20^{0.2}}{80^{0.32} \cdot 3^{0.06} \cdot 0.20^{0.3} \cdot 20^{0.2} \cdot 4} \cdot 0.63 = 46.2 \text{ м/мин}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 46.2}{3.14 \cdot 20} = 735.6 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Инструмент- Фреза 2220-0009 концевая ГОСТ 17025-71

t – глубина резания = 1; B – максимальная ширина фрезерования = 20мм; Примем согласно справочным таблицам:

$C_v=68,5$; $S_z=0,08$;

$q=0,45$; $x=0,3$;

$y=0,2$; $u=0,1$;

$p=0,1; m=0,33;$

$T=80$ мин – стойкость фрезы.

$$V = \frac{68,5 \cdot 8^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,08^{0,2} \cdot 8^{0,2} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,63 = 37,4 \text{ м/мин}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 37,4}{3,14 \cdot 8} = 1488 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Скорость резания при сверлении согласно [3]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

где $K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv}$; K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал,

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$T=15$ – период стойкости инструмента (таблица 40, [3]);

s – подача, согласно таблице 35 [3];

C_v, m, y, q – коэффициенты из таблицы 38 [3]; D – диаметр сверла.

K_{mv}, K_{iv} и K_{lv} выбираем из таблиц 1, 6 и 41 [3] соответственно.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{241}\right)^{1,3} = 0,73$$

где K_t и n_v – коэффициенты из таблицы 2 [3].

Тогда сверло d5 ГОСТ 22736-77:

$$V = \frac{34,2 \cdot 5^{0,45}}{15^{0,20} \cdot 0,22^{0,30}} \cdot 0,73 = 47,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 47,1}{3,14 \cdot 5} = 3000 \text{ об/ми}$$

Сверло d8 ГОСТ 22736-77.

$T=25$

$$V = \frac{34,2 \cdot 8^{0,45}}{25^{0,20} \cdot 0,22^{0,30}} \cdot 0,73 = 52,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 52,6}{3,14 \cdot 8} = 2093 \text{ об/ми}$$

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Подача s, мм/об	Глубина t, мм	Скорость v, м/мин
Токарная с ЧПУ	Резец проходной отогнутый 2100- 0025 ГОСТ 18878-73	0,6	2	111
	Сверло центровачное 2317-0124 ГОСТ 14952-75	0,1	1,25	26
Фрезерная с ЧПУ	Фреза концевая ГОСТ 26595-85	0,20	1	46,2
	Сверло спиральное d5 ГОСТ 22736-77.	0,22	0,20	47,1
	Сверло спиральное с пластинками BK8 SEKIRA d8 ГОСТ 22736-77.	0,22	1,575	52,6
Внутришлифовальная	Головка шлифовальная 16x20x6 ВШГ ГОСТ 2424-83	0,04	0,02	30

1.6.4 Нормирование технологических переходов

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам:

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = t_{оп} \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, мин.

$$A_{\text{обс}} = 4,5\% \cdot t_{\text{оп}}$$

$$A_{\text{отд}} = 4\% \cdot t_{\text{оп}}$$

Штучно калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n};$$

где n – размер партии запуска, шт;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно – заключительного времени, мин.

Расчет норм времени для операции 005

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}};$$

где: $l_{\text{под}}$ – длина подвода;

$l_{\text{сх}}$ – длина схождения;

$l_{\text{вр}}$ – длина врезания;

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 97 + 1,5 + 1 + 1,0 = 100,5 \text{ мм};$$

Минутная подача: $S_{\text{м}} = 35 \text{ м/мин};$

Число рабочих ходов $i=1;$

Тогда основное время:

$$T_o = \frac{100,5 \cdot 1}{25} = 4,02 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_o = 0,15 \cdot 4,02 = 0,6 \text{ мин};$$

Оперативное время: $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{в}} = 4,02 + 0,6 = 4,62 \text{ мин};$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_o + 0,08 t_o = 0,565 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 4,62 = 0,115 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 4,62 + 0,6 + 0,565 + 0,115 = 5,9 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 010

Установ А: Подрезка торца.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 95,5 \text{ мм};$$

$$\text{Минутная подача: } S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 265 = 212 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов $i=1$;

Тогда оперативное время:

$$T_o = \frac{95,5 \cdot 1}{212} = 0,45 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,45 = 0,06 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b = 0,45 + 0,09 = 0,51 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0756 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0135 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк 010}} = t_{\text{оп}} + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,7191 \text{ мин};$$

Точение наружной поверхности

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 50 + 1 + 1 = 52 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 197 = 157,6 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=25$.

Тогда основное время:

$$T_o = \frac{52 \cdot 25}{157,6} = 8,24 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 8,24 = 1,236 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_o + t_b = 8,24 + 1,236 = 9,476 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 1,326 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025t_{оп} = 0,236 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк 010} = t_{оп} + t_b + t_{обс} + t_{п} = 12,2 \text{ мин};$$

Установ А: Подрезка торца.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 95,5 \text{ мм};$$

$$\text{Минутная подача: } S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 265 = 212 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов $i=1$;

Тогда оперативное время:

$$T_o = \frac{95,5 \cdot 1}{212} = 0,45 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,45 = 0,06 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_o + t_b = 0,45 + 0,09 = 0,51 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,0756 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025t_{оп} = 0,0135 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк 010} = t_{оп} + t_b + t_{обс} + t_{п} = 0,7191 \text{ мин};$$

Точение наружной поверхности.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 43 + 1 + 1 + 1,5 = 44,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 197 = 157,6 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=25$.

Тогда основное время:

$$T_o = \frac{41,5 \cdot 25}{157,6} = 6,58 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 6,58 = 0,987 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_o + t_b = 6,58 + 0,987 = 7,567 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_{\tau} + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 1,059 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\pi} = 0,025t_{оп} = 0,189 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк 010} = t_{оп} + t_b + t_{обс} + t_{\pi} = 3,294 \text{ мин};$$

Центрование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 173 = 9 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$;

Тогда основное время:

$$t_{оп} = 2 \cdot 1 \cdot 9 = 0,22 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,22 = 0,033 \text{ мин};$$

Оперативное время: $t_o = t_{оп} + t_b = 0,253 \text{ мин}$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_{\tau} + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,0308 \text{ мин};$$

Время на личные потребности: $t_{\pi} = 0,025t_{оп} = 0,0055 \text{ мин};$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк 015} = t_{оп} + t_b + t_{обс} + t_{\pi} = 0,22 + 0,033 + 0,0308 + 0,0055 = 0,3593 \text{ мин};$$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 14 + 1 + 1 = 16 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу: $S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 283 = 56,6 \text{ мм/мин};$

Число рабочих ходов $i=2$;

Тогда основное время:

$$T_o = \frac{16 \cdot 2}{56,6} = 0,56;$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,56 = 0,084 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = t_o + t_b = 0,644 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0901 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0161 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{штк 010}} = t_{\text{оп}} + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,644 + 0,084 + 0,0901 + 0,0161 = 0,744 \text{ мин};$$

Фрезерование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 30,5 \text{ мм};$$

Минутная подача: $S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 265 = 212 \text{ мм/мин}$

Число рабочих ходов $i=1$;

Тогда оперативное время:

$$T_o = \frac{95,5 \cdot 1}{212} = 0,45 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,45 = 0,06 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b = 0,45 + 0,09 = 0,51 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0756 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0135 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк 010}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,7191 \text{ мин};$$

Точение наружной поверхности.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 43 + 1 + 1 + 1,5 = 44,5 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S \cdot n = 0,8 \cdot 197 = 157,6 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=22$.

Тогда основное время:

$$T_o = \frac{44,5 \cdot 22}{167,2} = 5,85 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 5,85 = 0,877 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{в}} = 5,85 + 0,877 = 6,727 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,941 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,168 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк 010}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 8,713 \text{ мин};$$

Шлифование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 3,7 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_{\text{м}} = S \cdot n = 0,05 \cdot 3000 = 150 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=2$;

Тогда оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = 3,7 \cdot 2 \cdot 150 = 1,23 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 1,23 = 0,1845 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 1,23 + 0,1845 = 1,4145 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{T}} + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 0,1722 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,0307 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк 030}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{Обс}} + t_{\text{п}} = 1,6174 \text{ мин.}$$

1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Разработка УП произведена с помощью САМ – системы FeatureCAM.

FeatureCAM – САМ- система для подготовки управляющих программ с высокой степенью автоматизации принятия решений, что позволяет минимизировать время разработки УП для станков с ЧПУ. В FeatureCAM сочетаются простота использования и возможность программирования широкого спектра станков с ЧПУ.

В данной работе использоваться токарный станок, ЧПУ 16Б16Т1 (рисунок 2) и вертикально-фрезерный станок Haas TM-1P с ЧПУ (рисунок 3). УП для данных станков были разработаны в программе FeatureCAM. Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологическая документ – карта наладки станка с ЧПУ.



Рисунок 3 Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1

Таблица 9 Технические характеристики станка 16Б16Т1 [9]

Диаметр патрона	мм	320
Макс. диаметр обработки	мм	750
Макс. длина обработки	мм	800
Частота вращения шпинделя	об/мин	40...2000
Мощность привода шпинделя	кВт	7,1
Перемещение по осям X/Z	мм	255/800
Количество инструментов	шт	4
Приводные инструменты	шт	-
Габаритные размеры станка ДхШхВ	мм	3100x1390x1870
Вес станка	кг	2860

Таблица 10 Технические характеристики станка Haas TM-1P с ЧПУ [9]

Размер конуса шпинделя	мм	40
Макс. диаметр обработки	мм	750
Размер стола (ДхШ)	мм	1213x267
Частота вращения шпинделя	об/мин	6000
Мощность привода шпинделя	кВт	5,6
Перемещение по осям X/Y/Z	мм	762/305/406
Макс. осевое усилие	кН	8,9
Вес станка	кг	1746



Рисунок 4 Вертикально-фрезерный станок Haas TM-1P с ЧПУ

1.8 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема представлена на рисунке 5

$$Z_{12} = A_{11} - A_{12} = 94_{-0.6} - 93_{-0.52} = 1_{-0.6}^{+0.52}$$

$$Z_{D1} = \frac{D_1 - D_5}{2} = \frac{97_{-0.8} - 56_{-0.62}}{2} = 20.5_{-0.8}^{+0.62}$$

$$Z_{D3} = \frac{D_2 - D_3}{2} = \frac{94_{-0.86} - 48_{-0.62}}{2} = 20_{-0.62}^{+0.86}$$

$$Z_{D2} = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{97_{-0.8} - 94_{-0.62}}{2} = 1.5_{-0.8}^{+0.62}$$

$$Z_{D4} = \frac{D_3 - D_4}{2} = \frac{48_{-0.62} - 44_{-0.62}}{2} = 2_{-0.62}^{+0.62}$$

$$Z_{21} = A_{21} - A_{22} = 94_{-0.6} - 93_{-0.52} = 1_{-0.6}^{+0.52}$$

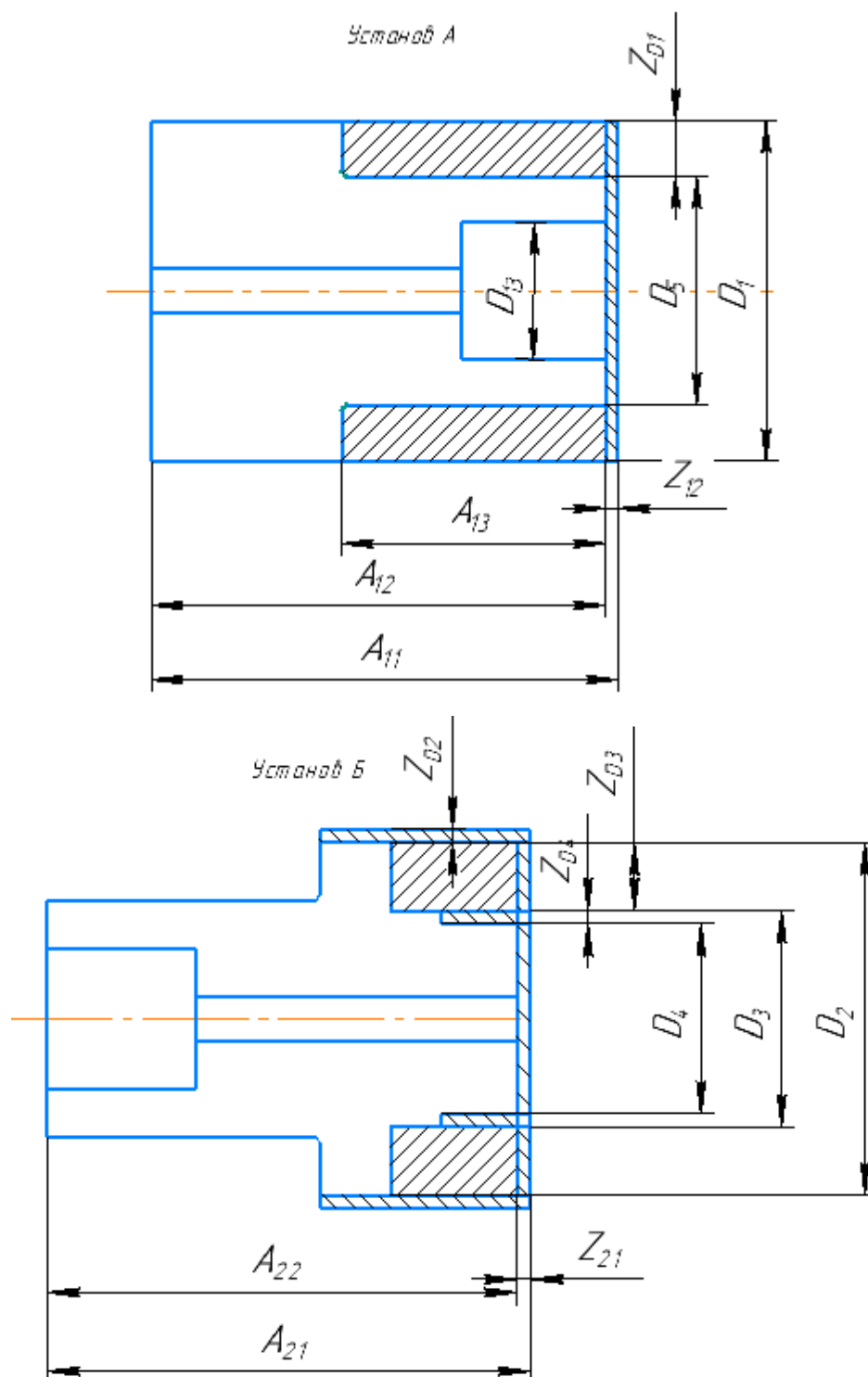


Рисунок 5 – Размерная схема токарной операции с ЧПУ

1.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает

расчет стоимости расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали типа крышка. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2018 год [9]:

Таблица 11 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Заработная плата по факту выполненной работы, руб
Станочник заготовительного оборудования	150	6,43	964,5
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	13,73	2032,04
Наладчик станков с ЧПУ	386	10	3860
Слесарь	140	13	1820
Контролер ОТК	160	40	6400
Мойщик-сушильщик	120	12	1440
Шлифовщик	120	6,66	800
Итого, Σ			33 299

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
Заготовительная	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	800 000
Токарная с ЧПУ	Токарный станок 16Б16Т1	1 700 000
Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок Haas TM-1P с ЧПУ	3 293 324
Промывочная	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	20 000

Внутришлифовальная	Внутришлифовальный Станок 3K227B	145 000
Итого, Σ		5 958 324

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Крышка» потребуется примерно 5 958 324 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

Далее произведем расчет стоимости заготовки для одной детали:

Примерная стоимость прутка Ø97 мм – 46,8 р/кг. Заготовка имеет длину 94 мм, массу 5,45 кг по данным КОМПАС-3D v18.1. Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$46,8 \cdot 5,45 = 255,06 \text{ руб/шт.}$$

Таким образом себестоимость детали, без учета затрат на обслуживание технологического оснащения, будет равна:

$$255,06 + 33299 = 33554,06 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде пять лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{5958324}{5 \cdot 1000} = 1191,6 \text{ руб.}$$

Себестоимость детали «Крышка» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$33554,06 + 1191,6 = 34745,6 \text{ руб.}$$

1.10 Обоснование выбора схемы приспособления

Приспособление устанавливается на стол фрезерного станка, базируясь по пазам. Для получения паза, с помощью данного приспособления устанавливаем деталь в призмы.

В данном приспособлении будем применять ручной привод, данное решение было принято исходя из программы выпуска и силы зажима которое необходимо создать. Зажим будет осуществляться рабочим при помощи рукоятки (рисунок 6).

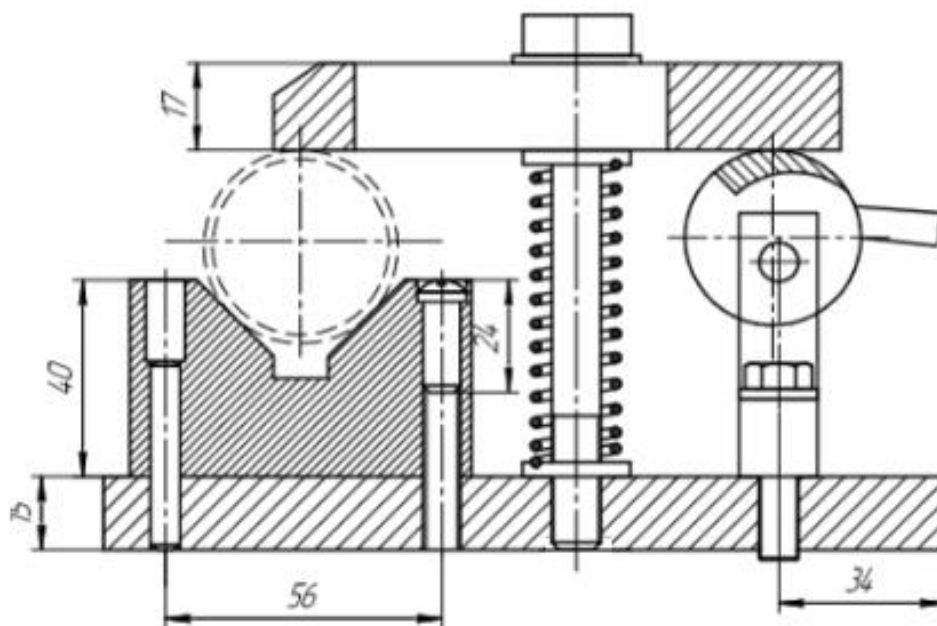


Рисунок 6 – Схема приспособления

1.10.1 Расчет усилия зажима

Составляем для детали уравнение равновесия, на основании принципиальной схемы закрепления:

$$K \cdot M_p = M_{p.1} + M_{p.2} = W \cdot f_1 \cdot r + W \cdot f_{пр} \cdot r$$

Оттуда выразим силу зажима детали:

$$W = \frac{K \cdot M_p}{r(f_1 + f_{пр})}$$

Приведенный коэффициент трения найдем по формуле:

$$f_{пр} = f_1 \frac{1}{\sin(\frac{\alpha}{2})}$$

Крутящий момент при обработке найдем по формуле:

$$M_p = P_z \cdot r$$

Коэффициент запаса найдем по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

где f_1 – коэффициент трения между прихватом и деталью; $f_1 = 0,25$;

$f_{пр}$ – приведенный коэффициент трения;

M_p – крутящий момент при обработке (Н·м);

P_z – сила резания (Н); $P_z = 939,2$ Н;

K – коэффициент запаса;

r – радиус детали ; $r = 0,021$ м;

K_0 – гарантированный коэффициент запаса; $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания; $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента; $K_2 = 1,7$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании; $K_3 = 1,2$;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима; $K_4 = 1,0$.

Рассчитаем коэффициент запаса:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 3,672$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_p = 939,2 \cdot 0,021 = 19,72 \text{ Нм}$$

Рассчитаем приведенный коэффициент:

$$f_{\text{пр}} = 0,25 \frac{1}{\sin(\frac{90}{2})} = 0,35$$

Рассчитаем силу зажима детали:

$$W = \frac{3,672 \cdot 19,72}{0,021(0,25 + 0,35)} = 5477 \text{ Н}$$

1.10.2 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

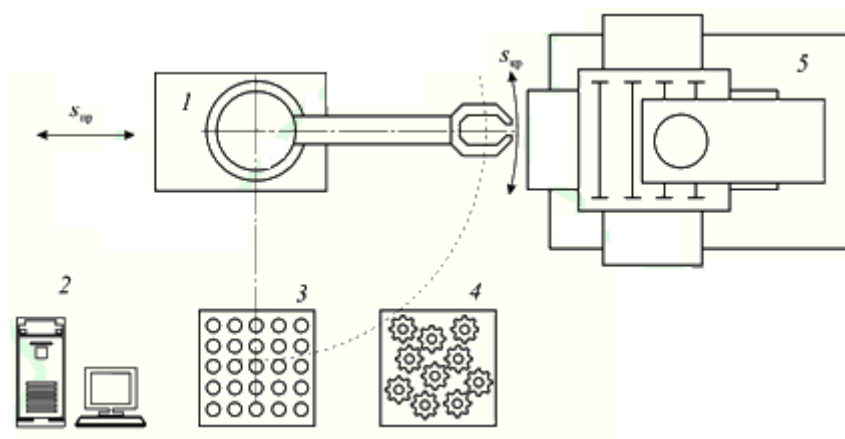
Анализ действующих ГПС показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук.

Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы [11].

Основной ее технологической ячейкой являются ГПМ. Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный или полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для изготовления детали «Крышка» лучше всего провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ. Потому что именно на этой операции затрачивается наибольшее количество времени на наладку инструментов и обработку.

На рисунке 7 приведена схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ. Пунктирной линией была обозначена зона работы манипулятора.



1 – робот-манипулятор; 2 – система управления; 3 – накопитель инструмента;
4 – накопитель заготовок; 5 – станок с ЧПУ

Рисунок 7 – Схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ

Разработка всех этих пунктов позволяет обеспечить в мелкосерийном производстве получение изделий требуемого качества, понижение трудоемкости, быстрое решение проблем, возникших при производстве. Рациональный выбор метода получения исходной заготовки сделал производство экономичнее. Технологический процесс с использованием нового оборудования и прогрессивных средств оснащения уменьшает трудоемкость изготовления изделия.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Матвееву Артему Витальевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости ИП
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Оценка конкурентоспособности ИП	
2. Матрица SWOT	
3. Диаграмма Ганта	

4. . Бюджет НИИ	
5. Основные показатели эффективности НИИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Матвеев Артем Витальевич		13.04.2020

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки;
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Возможность внедрения устройства в единую систему автоматики	0,01	2	1	1	0,12	0,01	0,01
Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
Простота конструкции и ремонтпригодность	0,36	3	1	3	0,4	0,1	0,3
Компактность	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
Безопасность	0,1	5	2	4	0,4	0,2	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,01	3	2	2	0,02	0,01	0,02
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	3	2	0,3	0,3	0,2
Затраты на ремонт	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1	35	22	24	3,28	2,18	2,49

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 35 \cdot 3,28 = 114,8$$

Конкуренты:

$$K_1 = \sum B_i \cdot B_i = 22 \cdot 2,18 = 48;$$

$$K_2 = \sum B_i \cdot B_i = 24 \cdot 2,49 = 59,7$$

Таким образом, на основании таблицы 1 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс

может составить конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 14 – SWOT-анализ

	Strengths (сильные стороны) S1. Наличие бюджетного финансирования; S2. Наличие опытного руководителя; S3. Использование современного оборудования; S4. Наличие современного программного продукта; S5. Использование CAD-CAMCAE систем; S6. Актуальность проекта.	Weaknesses (слабые стороны) W1. Быстрое развитие новых технологий; W2. Высокая стоимость оборудования; W3. Не проработаны вопросы выхода на рынок W4. Отсутствие квалифицированного персонала.
Opportunities (возможности) O1. Изготовление детали на любом предприятии; O2. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Threats (угрозы) T1. Появление новых технологий T2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.		- Расширение области применения за счет развития новых технологий.

Таблица 15 – Связь сильных сторон с возможностями

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
O1	-	+	+	+	+	+
O2	+	+	+	+	+	+

Таблица 16 – Связь слабых сторон с возможностями

	W1	W2	W 3	W4
O1	-	-	-	+
O2	+	-	+	-

Таблица 17 – Связь сильных сторон с угрозами

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
T1	-	-	-	+	+	+
T2	+	-	-	-	-	+

Таблица 18 – Связь слабых сторон с угрозами

	W1	W2	W 3	W4
T1	+	+	+	+
T2	-	+	-	-

Таблица 19 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Strengths (сильные стороны)	Weaknesses (слабые стороны)
	<p>S1. Наличие бюджетного финансирования;</p> <p>S2. Наличие опытного руководителя;</p> <p>S3. Использование современного оборудования;</p> <p>S4. Наличие современного программного продукта;</p> <p>S5. Использование CAD-CAMCAE систем;</p> <p>S6. Актуальность проекта.</p>	<p>W1. Быстрое развитие новых технологий;</p> <p>W2. Высокая стоимость оборудования;</p> <p>W3. Не проработаны вопросы выхода на рынок</p> <p>W4. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Opportunities (возможности)</p> <p>O1. Изготовление детали на любом предприятии;</p> <p>O2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>– Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов резанием;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>-Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>

Threats (угрозы) T1. Появление новых технологий T2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	- Расширение области применения за счет развития новых технологий.
--	---	--

3.2.1 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Выше были рассмотрены и использованы методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования. В противном случае, если разработка не относится к вышеописанным стадиям, рекомендуется использовать морфологический подход.

Морфологический подход:

- 1) точная формулировка проблемы исследования;
- 2) раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования;
- 3) раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике;
- 4) выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 21 – Морфологическая матрица для детали крышка

	1	2	3	4
А.Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б.Длительность расчета, мин	35	40	60	>60
В.Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD/CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

1) A1B2B2;

Данный вариант предполагает анализ с помощью CAD-CAM систем посредством построения графических моделей детали, что занимает не менее 40 минут, в зависимости от геометрической сложности детали.

2) A4B3B1;

Второй вариант решений предполагает использование текстовой информации для оценки технологичности, а точнее использование различных справочных материалов, примеров и опыта специалистов для оценки технологичности конструкции детали.

3) A2B4B4;

Выбор и расчёт режимов резания вплотную связано с использованием формул. На реализацию данного решения потребуется большое количество времени более 60 минут.

3.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение

целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 22 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Анализ актуальности темы	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Подбор нормативных документов	Инженер
	7	Построение макетов (моделей) Составление технологического процесса изготовления детали «Крышка»	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ результатов	Руководитель. инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Составление отчетной документации	Инженер

3.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Таблица 23 - Временные показатели проведения научного исследования

№ этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнитель	Длительность работ в рабочих днях, таб
		tmin, чел.-дни	tmax, чел.-дни	тожи, раб. дни		
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	Р	3
2	Изучение литературы Анализ актуальности темы	2	3	2,4	И,Р	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	И	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	И	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	И	3
6	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	И,Р	4
7	Составление технологического процесса изготовления детали «Крышка»	14	21	16,8	И	17
8	Анализ результатов	7	14	9,8	И,Р	5
9	Составление отчетной документации	7	14	9,8	И	10
Итого:						74

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

















$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Таблица 24 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление ТЗ	Руководитель	4														
2	Изучение литературы	Инженер	28														
3	Анализ актуальности темы	Инженер	6														
4	Выбор напр. исслед.	Руков., инж.	4														
																	
5	Календарное планирование работ	Инженер	...														
6	Подбор нормативных документов	Инженер	6														
7	Составление технологического процесса изготовления детали «Крышка»	Инженер	26														
					 – инженер												
8	Анализ результатов	Руков., инж.	8														
																	
9	Составление технологической документации	Инженер	26														

 – руководитель  – инженер

3.5 Бюджет научно-технического исследования

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям: материальные затраты НТИ; затраты на специальное оборудование для научных работ; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы;

отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); затраты научные и производственные командировки; накладные расходы.

3.5.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 25 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Бумага	шт	1000	2	2000
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	350
Итого				2350

3.5.2 Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 26 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
Итого		30 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

3.5.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата $З_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot M}{F_{\phi}}$$

где $З_m$ – должностной оклад работника за месяц; F_o – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн. (табл. 15); M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_m \cdot M}{F_o}$$

где $З_{mc}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_o – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 27 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни		
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Таблица 28 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{mc}$, руб	k_{np}	k_o	k_p	$З_m$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	T_p , раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2136,8	38	81205,25
Инженер	1750	0,3	0,2	1,3	3412,5	140,8	106,6	15009,28
Итого:								96 210,53

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{\text{Доп}} = k_{\text{Доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 81\,201,25 = 12180,18 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{\text{Доп}} = k_{\text{Доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 15\,009,28 = 2251,39 \text{ руб.}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (81205,25 + 12180,18) = 28015,62 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (15009,28 + 2251,39) = 5178,20 \text{ руб.}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.5.5 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Накладные расходы в целом:

$$З_{внеб} = (\text{сумма стат.}/5) \cdot k_{внеб}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

3.5.6 Бюджетная стоимость

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ.

Таблица 29 – Группировка затрат по статьям

Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
2475	2350	96210,53	14431	33192,63	148659,63	23785,54	172445,17

3.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 30 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
ИТОГО	1	4,4	4,1	4

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,4$$

$$I_{p2} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,25$$

$$I_{p3} = 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 = 4$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{4,4}{1,5} = 2,9.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных (табл. 20). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} = \frac{4,25}{2,9} = 1,46.$$

Таблица 31 – Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	2	3	4	5
1	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,25	4
2	Интегральный показатель эффективности	2,9	4,25	4,5
3	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,46	1

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

- 1) Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;
- 2) При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 74 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 14;
- 3) составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 172445,17 руб;

4) по факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы: значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,4, по сравнению с 4,25 и 4.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Матвееву Артему Витальевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали “Крышка”	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает деталь “Крышка“. В технологическом бюро проводится разработка технологического процесса изготовления детали “Крышка “ из СЧ 21-40. Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд опасных и вредных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника. – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ – (СанПиН 2.2.4.3359-16)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – Опасный уровень напряжения в электрической цепи; – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенный уровень вибрации; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Отклонение показателей микроклимата; –
3. Экологическая безопасность:	Источник загрязнения: использованная смазочно- охлаждающая жидкость для механической обработки деталей, загрязнение воздуха, твердые отходы
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС: пожар, удар электрическим током, психические заболевания. Наиболее типичной ЧС является пожар, может быть вызван довольно частым происшествием, таким как короткое замыкание.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Матвеев Артем Витальевич		13.04.2020

4 Социальная ответственность

В ходе работы рассмотрим производственную безопасность, экологическую безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, а также предложим организационные мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).

При выполнении выпускной квалификационной работы основным видом деятельности являлась разработка технологическая подготовка производства детали «Крышка». Работа инженера-технолога связана с большими нагрузками как умственными, так и психологическими. Длительная работа в плоховентилируемом помещении, с высоким уровнем шума, нестабильной температурой и влажностью воздуха, а также недостаточным уровнем освещения неблагоприятно сказывается на самочувствии работника, следствием чего может явиться снижение производительности труда.

Основным рабочим местом при написании ВКР служило технологическое бюро. В ходе выполнения ВКР основная часть работы производилась за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Данный раздел ВКР посвящается анализу факторов, негативно влияющих на рабочего. На основе действующих нормативных документов будут приведены рекомендации по минимизации данного вредного влияния.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Продолжительность сверхурочной работы не должна превышать для каждого работника 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год согласно трудовому кодексу РФ [26]. Привлечение работодателем работника к сверхурочной работе без его согласия допускается в следующих случаях:

1) при производстве работ, необходимых для предотвращения катастрофы, производственной аварии либо устранения последствий катастрофы, производственной аварии или стихийного бедствия;

2) при производстве общественно необходимых работ по устранению непредвиденных обстоятельств, нарушающих нормальное функционирование систем водоснабжения, газоснабжения, отопления, освещения, канализации, транспорта, связи;

3) при производстве работ, необходимость которых обусловлена введением чрезвычайного или военного положения, а также неотложных работ в условиях чрезвычайных обстоятельств, то есть в случае бедствия или угрозы бедствия (пожары, наводнения, голод, землетрясения, эпидемии или эпизоотии) и в иных случаях, ставящих под угрозу жизнь или нормальные жизненные условия всего населения или его части.

Продолжительность перерывов на отдых и питание от 30 до 60 мин. Ежедневный и междусменный отдых - это отдых после окончания рабочего дня или смены. Так, если вы работаете в условиях нормальной продолжительности рабочего времени, что составляет 40 часов в неделю, продолжительность вашего рабочего дня, как правило, будет составлять 8 часов 15

Каждый работник имеет право на выходные дни, то есть периоды еженедельного непрерывного отдыха. Продолжительность такого отдыха, по общему правилу, не может быть менее 42 часов. Если вы работаете 5 дней в неделю, то вам предоставляются 2 выходных дня, обычно подряд, и общим выходным днем является воскресенье, а второй выходной день должен быть определен в правилах внутреннего трудового распорядка организации, где вы работаете. Если у вас 6-ти дневная рабочая неделя, то вам предоставляется 1 выходной день - воскресенье.

В случае, если приостанавливать работу в выходные дни категорически нельзя – тогда право на отдых вы можете реализовать в следующем порядке: выходные дни будут предоставляться в разные дни недели поочередно каждой группе работников по правилам внутреннего трудового распорядка. Таким

образом, для вас выходными днями могут быть и вторник, и среда или иной день, который для остальных работающих является рабочим днем.

Для интерьера помещений рекомендуется использовать материалы пастельных тонов. Окраска ПК и прилегающий к нему техники должны иметь темные цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним. Технологическое бюро имеет следующую окраску:

потолок - белый;

стены - сплошные, персикового цвета;

пол - бежевый.

Для отделки полов наиболее приемлемыми считаются гладкие, нескользящие материалы, которые имеют антисептические свойства.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [23]. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов [23].

При организации рабочих мест необходимо учитывать, что расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 метров, между экраном монитора и тыльной частью другого – не менее 2 метров. Высота рабочего стола должна составлять 680 – 800 мм. Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда.

В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу, вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры.

4.2 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов которые могут возникнуть в процессе производства детали.

Таблица 32 - Возможные опасные и вредные факторы при изготовлении детали “Крышка ”

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [16]
2.Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96[19]
3.Повышенный уровень вибрации	-	+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 [18]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[20]
5.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96[18]

4.2.1 Опасный уровень напряжения в электрической цепи

Источниками электрического тока являются электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем

более от электрической сети 220 В. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое воздействие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, мозга и других органов и систем, что вызывает их серьезные функциональные расстройства. Электролитическое воздействие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывая тем самым значительные нарушения физико-химических составов, а также ткани в целом. Биологическое воздействие тока выражается главным образом в нарушении биоэлектрических процессов, свойственных живой материи, с которыми связана ее жизнеспособность [17].

Для предотвращения поражений электрическим током нужно применять предохранительные устройства: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

4.2.2 Повышенный уровень шума

Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму [19].

Снижение шума в производственных помещениях является сложной задачей. Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение, используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение

звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. Для этого оборудование размещают по возможности в боксах, предусматривают над ним звукоизолирующие кожухи, а на пути распространения звуковых волн размещают акустические экраны и звукопоглощающие облицовки. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

4.2.3 Повышенный уровень вибрации

Причиной возбуждения вибрации являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. Установлено, что вибрация преждевременно выводит из строя машины, но оборудование, ограничивает их технологические возможности, негативно влияет на организм человека.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни. Предельно допустимые среднеквадратичные значения колебательной скорости лежат в интервале 92–107 дБ относительно $5 \cdot 10^{-5}$ мм/с что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.566–96.

К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин), виброгашение (увеличение

эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция (применение виброизоляторов пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.) вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию) [17].

4.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков [24].

Для обеспечения достаточной освещенности используется СНиП 23-05-95, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

4.2.5 Отклонение показателей микроклимата

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Микроклиматом

производственных помещений называют климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [14].

Согласно нормативному документу СанПин 2.2.4.548-96. устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 21.

Таблица 33 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Средней тяжести, Пб	Холодный	18-20	17-23	40-60	Не более 75	Не более 0,2	Не более 0,3
	Теплый	21-23	18-27	40-60	Не более 55 при 28 °С 60 при 27 °С 65 при 26 °С 70 при 25 °С 75 при 24 °С	Не более 0,3	0,2-0,4

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

4.3 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Крышка» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованным стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях, авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях, так же возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием [14].

Необходимые меры для обеспечения тушения пожаров:

- обеспечение подъездов к зданию;
- обесточивание электрических проводов;
- наличие пожарных щитков, ящиков с песком в коридорах;
- наличие датчиков сигнализации;
- наличие телефонной связи с пожарной охраной;
- наличие пожарных кранов и огнетушителей.

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков горения:

- немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону 01 (четко назвать адрес, что горит и чему угрожает);
- сообщить о пожаре руководству;
- оповестить персонал о пожаре и порядке эвакуации;
- по возможности принять меры к эвакуации людей, материальных ценностей и одновременно приступить к тушению очага пожара первичными средствами пожаротушения;
- организовать встречу пожарных подразделений, сообщить руководителю тушения пожара о наличии оставшихся людей в здании.
- предусмотренные средства пожаротушения: огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре).

Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной

сигнализации.

В качестве примера плана эвакуации при пожаре был выбран, план эвакуации завода.

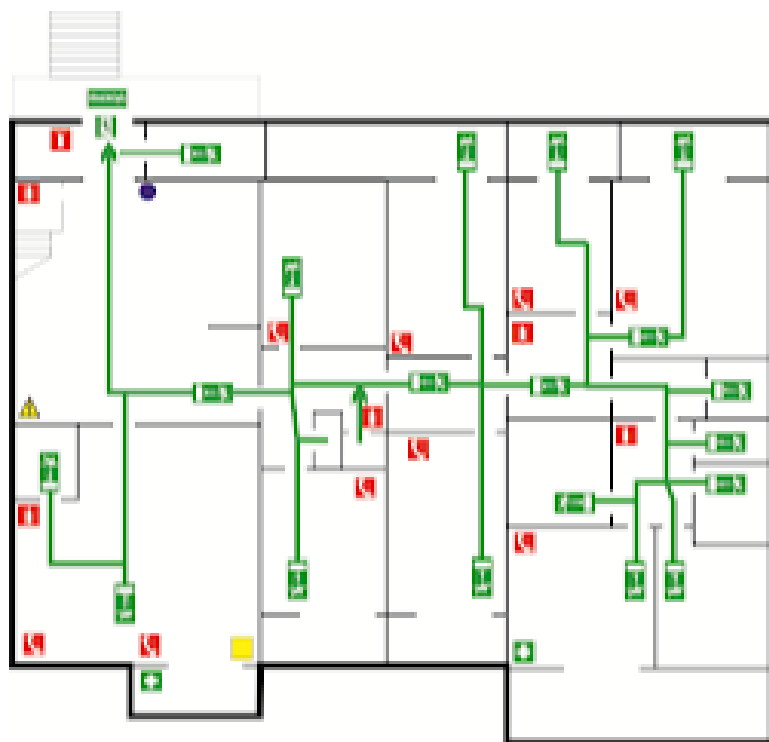


Рисунок 18 – План эвакуации здания.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работе был усовершенствован и разработан технологический процесс изготовления детали «Крышка» была произведена и рассчитана оптимальная исходная заготовка. Разработана принципиальная схема специального приспособления, назначены режимы резания и выбраны СТО (приборы для измерений, инструменты для обработки, оборудование). Рассчитали минимальные припуски на механическую обработку для точных размеров, также назначили режимы резания.

Разработка всех этих пунктов позволяет обеспечить в мелкосерийном производстве получение изделий требуемого качества, понижение трудоемкости, быстрое решение проблем, возникших при производстве. Рациональный выбор метода получения исходной заготовки сделал производство экономичнее. Технологический процесс с использованием нового оборудования и прогрессивных средств оснащения уменьшает трудоемкость изготовления изделия. Также был спроектирован гибкий производственный модуль для токарного станка с ЧПУ. В результате анализа были предложены организационные мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего). В том числе, выявлены опасные факторы производства – электрический ток и пожароопасность. Были указаны правовые и организационные вопросы безопасности. Даны рекомендации по оптимальному обустройству рабочего места. В результате анализа даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

Список литературы

1. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaleyopredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
2. Технологическая оснастка. Лабораторно - практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособие для учреждений сред. проф. образования / В.В. Ермолаев. – М.: Издательский центр «Академия», 14. – 3 с. ISBN 978-5-7695-8437-4
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т./под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Меерякова, А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 914 с.
4. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pri_puskov_VN_rusPDF.pdf
5. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев– Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
6. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. –Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russia.trud.com/>
9. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.

10. Твердосплавные центровочные сверла для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] - <https://www.hoffmanngroup.com/RU/ru/horu/Монолитный-режущий-инструмент/Сверла-измонолитного-твердого-сплава/с/12>
11. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Беянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984 – 384 с.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.
13. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
14. Каталог высокоточного инструмента (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_vysokotoch.pdf
15. Каталог инструмента общепромышленного назначения (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_opn.pdf
16. Sandvik Coromant™ Металлообрабатывающий инструмент [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tools.aspx>
17. Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>
18. Горизонтальный токарный центр L160A [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/l160a>
19. Вертикальный обрабатывающий центр [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/kf4600>
20. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.
21. Ефремова О.С. : Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них. Альфа-Пресс, 2005 г.-296с
21. П. А. Долина. Техника безопасности в электроэнергетических установках: справочное пособие. «Энергоатомиздат». Москва 1987. – 400 с.

22. Е.А. Алябышева, Е.В. Сарабаева и др. Промышленная экология: – ГОУ ВПО «Марийский государственный университет». Йошкар-Ола 2010. – 110 с.

Прилажени А
(обязательное)
Комплект технологической документации

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

	ТПУ		ИШНПТ.4А6А011					ИШНПТ 4А6А						
	Крышка								1	1	1			

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс изготовления детали «Крышка»

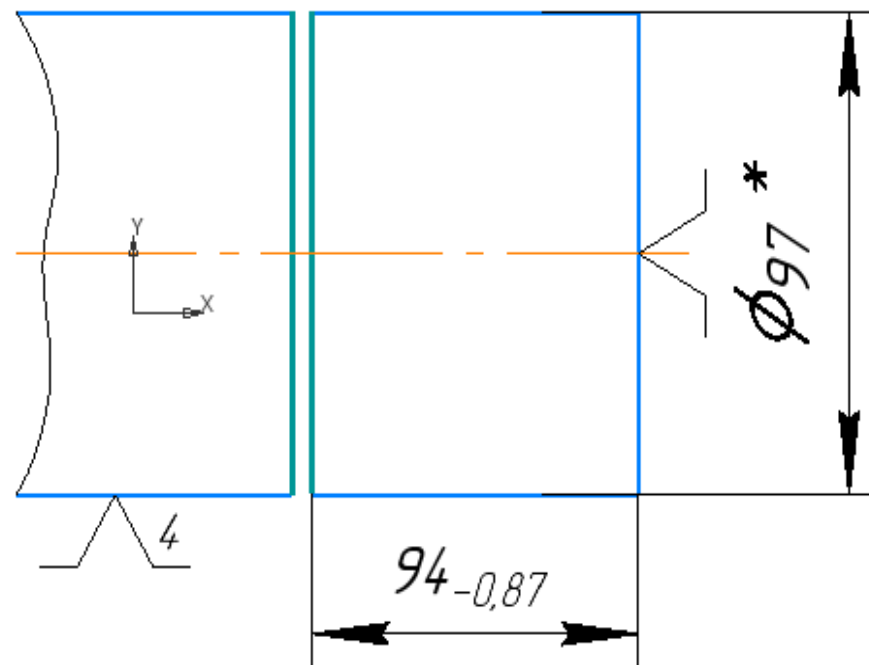
Проверил: ассистент
Анисимова М.А.

Выполнил: студент группы 4А6А
Матвеев А.В.

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1				
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
													2	1				
Разраб.	Матвеев А.В.					ТПУ		ИШНПТ.4А6А011				ИШНПТ 4А6А						
Проверил	Анисимова М.А.																	
Н. контр.																		
М01	Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70																	
	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры						КД	МЗ	
М02	080000		166	1,28	1	5,9	4,2	Прокат		Ø97×94		1	5,45					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.		Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
А03					005 Заготовительная				Станочник		2	18800	1	1	1	100	10	6,4
Б04					Ленточнопильный станок ЛПС8542													
А05					010 Токарная с ЧПУ				Оператор станка с ЧПУ		4	19149	1	1	1	100	20	14,6
Б06					Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1													
А07					015 Фрезерная с ЧПУ				Оператор станка с ЧПУ		4	19479	1	1	1	100	27	1,7
Б08					фрезерный станок Наас ТМ-1Р с ЧПУ													
А09					020 Слесарная				Слесарь		2	18466	1	1	1	100		1
А10					025 Внутришлифовальная				Шлифовщик		3	12958	1	1	1	100	12	14,52
Б11					Внутришлифовальный станок 3К227В													
А12					030 Слесарная				Слесарь		2	18466	1	1	1	100	1	4
А13					035 Промывочная				Мойщик		1	14525	1	1	1	100		1
А14					Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7													
МК		89																

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1а			
														2			
										ИШНПТ-1005.00.00.00							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.		Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Б15	040 Контрольная					Контролер		3	12958	1	1	1	100				1
А16	045 Консервация					Консервировщик		1	12916	1	1	1	100	8			1
А17																	
А18																	
Б19																	
Б20																	
А21																	
Б22																	
А23																	
Б24																	
А25																	
А26																	
Б27																	
А28																	
А29																	
Б30																	
МК																	90

										ГОСТ 3.11105-84				Форма 7	
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													4	1	
Разраб.	Матвеев А.В.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4А6А				
Пров.	Анисимова М.А.														
				Крышка										005	
Н. контр.															

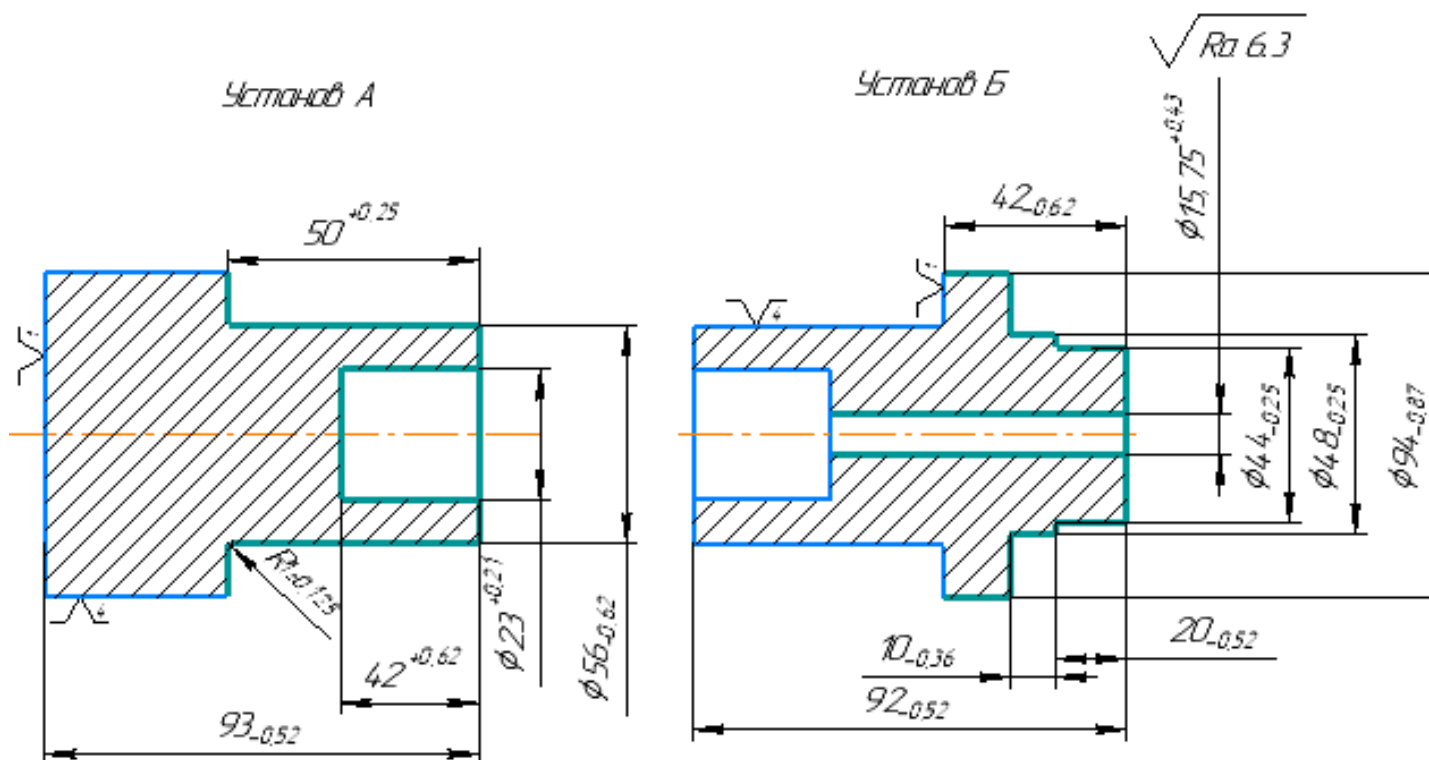


** - Размер для справок.*

										ГОСТ 3.1404-86		Форма 3			
													1	1	
Разраб.	Матвеев А.В.			ТПУ	ИШНПТ.4А6А011						ИШНПТ 4А6А				
Пров.	Анисимова М.А.														
															005
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Заготовительная				Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70		241НВ		кг	1,28	Ø97×94			5,45	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.		Тшт.	СОЖ				
Ленточнопильный станок модели ЛПІС8542						4,02	0,6	10		5,81	Эмулькат ТУ 0258-088-057446885-96				
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
О01	1.Установить заготовку в призмы			100,5											
О02	Базы: Наружный диаметр и торец														
Т03	Призмы 7033-0039 ГОСТ 12195														
О04	2.Отрезать заготовку, выдерживая размер 94-0,5 мм														
Т05	Ленточное полотно 1-13-0,65-3 ГОСТ Р 53924-2010														
Т06	Штангенциркуль ШЦІ-125-0,1														
Р07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
ОК		92													

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

2

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													3	1		
Разраб.		Матвеев А.В						ТПУ		ИШНПТ.4А6А011					ИШНПТ 4А6А	
Пров.		Анисимова М.А.														
										Крышка					010	
Н. контр.																
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Токарная с ЧПУ				Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70				241НВ		кг	1,28	Прокат Ø97×94			5,45	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1				8700-0001				0,45	0,06	27	0,719	-				
Р					ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
T01	А.Установить заготовку в трехкулачковый патрон															
T02	Базы: Наружный диаметр и торец															
T03	Трехкулачковый патрон 7100-0044 ГОСТ 12595-2003															
O04	1.Точить торец, выдерживая размер 93 _{-0,52} мм ;															
T05	Резец подрезной ГОСТ 18880-73 3															
O06	Резцедержатель ESW_137230;															
T07	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166															
P08	95,5 2 3 0,6мм/об 364,4 111															
O09	2.Точить наружный диаметр Ø56 ^{+0,74} мм, на длину 50 \pm 0,62 мм															
T10	Резец проходной 2100-0025 ГОСТ 18878-73 4															
T11	Резцедержатель ESW_137230;															
T12	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166															
P13	44,5 2 25 0,5 184,4 90,5															
ОК		94														

95

[illegible]

[illegible]

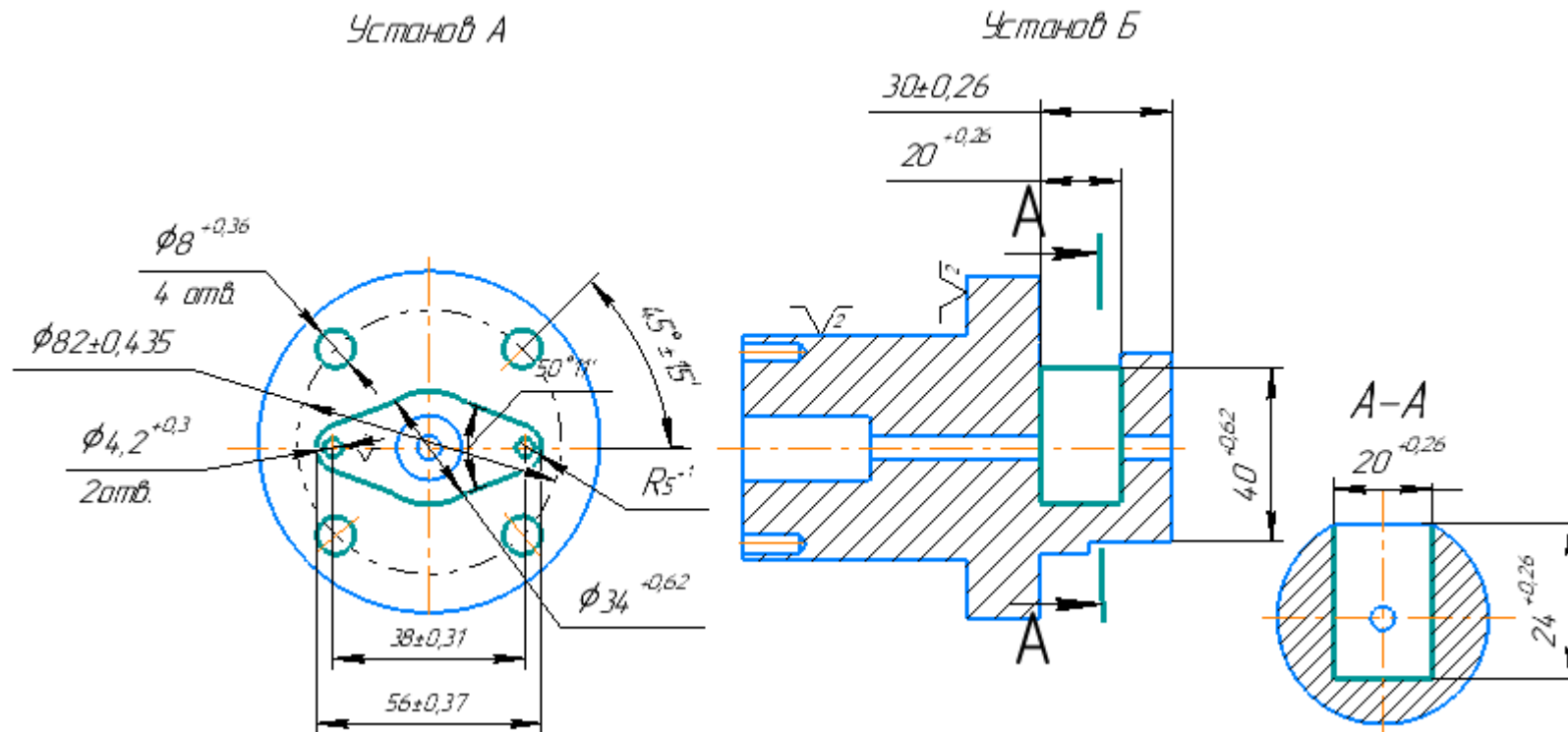
3

ИШНПТ.4А6А011

010

OK

Дубл.				ГОСТ 3.1404-86 форма 4												
Взам.																
Подл.																
									1		1					
Разраб.	Матвеев А.В			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4А6А					
Проверил	Анисимова М.А.															
				Токарная с ЧПУ «Крышка»										015		
Н. контр.	Ефременкова С.К.															
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ														
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)						Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК		
У01		Токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1														
Т02	1	3	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;													
Т03			CCMT 09 T3 04-PM 4335						W _x =125±0,1; W _z =50±0,05			93- _{0,87}		03		
Т04	2	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCR 2525М 09НР;													
Т05			CCMT 09 T3 04-PM 4335						W _x =125±0,1; W _z =57±0,05			Ø56 ^{+0,74}		04		
Т06	3	1	Сверло центровачное 2317-0124 ГОСТ 14952-75; Патрон сверлильный 7100-0011 ГОСТ 2675						W _x =150±0,1; W _z =0					01		
Т07		2	Сверло спиральное d21,5 ГОСТ 22735-77; Патрон сверлильный 7100-0011 ГОСТ 2675						W _x =140±0,1; W _z =0					02		
Т08	4	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;						W _x =125±0,1; W _z =50±0,05			92- _{0,52}		04		
Т09			CCMT 09 T3 04-PM 4335													
Т10	5	3	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;													
Т11			CCMT 09 T3 04-PM 4335						W _x =125±0,1; W _z =50±0,05			Ø48. ^{0,062}		03		
Т12	6	3	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения канавок LF123U06-2525ВМ;													
Т13			Пластина N123T3-01000-RS 1125						W _x =125±0,09; W _z =50±0,05			Ø44. ^{0,062}		03		
Т14	7															
Т15		5	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525М 09НР						W _z =125±0,01; W _z =22±0,03			Ø24. ^{0,052}				
Т16	8		CCMT 09 T3 04-PM 4335													
КНИ		97														

[illegible] $\sqrt{Ra\ 6.3}$ 

ГОСТ 3.1404-86										Форма 3		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
								3	1			
Разраб.	Матвеев А.В.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00				ИШНПТ 4А6А			
Пров.	Анисимова М.А.											
Н. контр.				Крышка								015
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ	
Фрезерная с ЧПУ			Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70		241НВ	кг	1,28	Прокат Ø97×94		5,45	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Фрезерный станок Haas TM-1P с ЧПУ					12,9	1,45	12	14,52	-			
Р				ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
O01	А.Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующий патрон.											
O02	Базы: Торец и внутренняя цилиндрическая поверхность											
T03	Патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-85											
O04	1.Фрезеровать деталь в размеры согласно эскизу.											
T05	Фреза 2220-0009 концевая ГОСТ 17025-71			6								
T06	Универсальная оправка для фрез ISO30-32;											
T07	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-80											
T08	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;											
P09	22 1 0,20 735,6 46,2											
T10	Центровать 2 отверстия выдерживая размеры и 38±0,31 мм.											
OK		99										

100

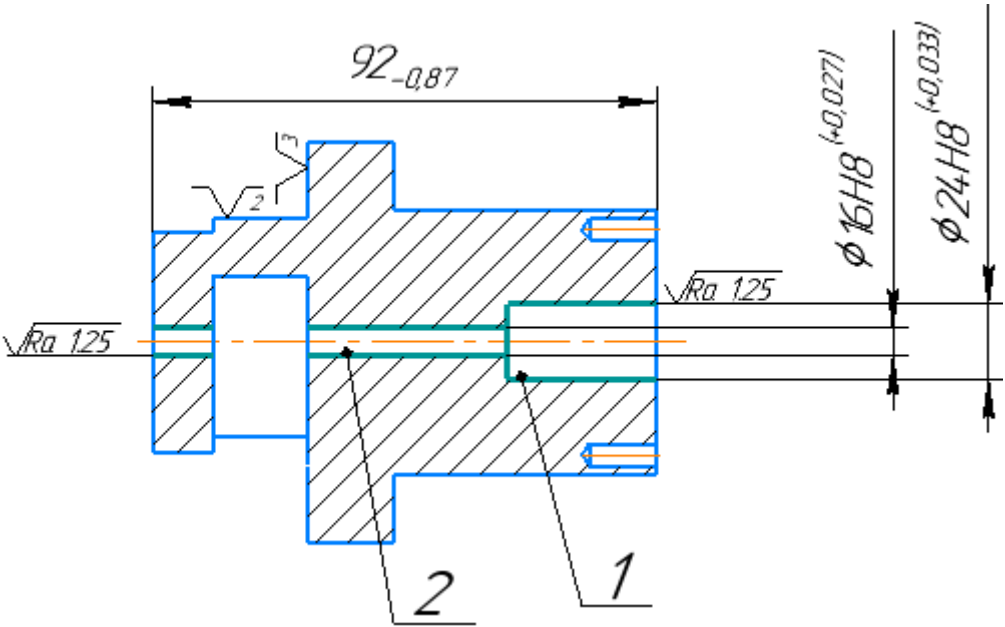
										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Матвеев А.В.					ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4А6А		
Пров.	Анисимова М.А.														
Н. контр.						Крышка									015
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Фрезерная с ЧПУ				Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70			217НВ		кг	1,28	Прокат Ø97×94			5,45	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Фрезерный станок Наас ТМ-1Р с ЧПУ										1	4	-			
Р				ПИ	Д или В		L		t	i	S	n	V		
T28	Фреза d8 2220-0009 концевая ГОСТ 17025-71;														
T29	Универсальная оправка для фрез ISO30-32														
T30	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,01 ГОСТ 166-89														
P31															
	2210,20735,646,2														
OK		101													

						ГОСТ 3.1404-86			Форма 4		
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
									1	1	
Разраб.	Матвеев А.В				ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00		ИШНПТ 4А6А			
Проверил	Анисимова М.А.										
				Фрезерная с ЧПУ «Крышка»							015
Н. контр.											
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ									
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)			Наладочные размеры		Коррект. разм.		НК	
У01		Фрезерный станок Haas TM-1P с ЧПУ									
T02	1	6	Фреза 2220-0009 концевая ГОСТ 17025-71; переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16			W _x =120±0,1; W _z =0		50±0,37 56±0,31		06	
T03		3	Центровачное сверло 2317-0107 ГОСТ 14952-75								
T04	2		переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16							03	
T05											
T06	3	3	Центровачное сверло 2317-0107 ГОСТ 14952-75;								
T07			переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16			W _x =150±0,1; W _z =0				03	
T08	4	4	Сверло d8 ГОСТ 22736-77; переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16			W _x =110±0,1; W _z =0		12		05	
T09			Сверло спиральное d5 ГОСТ 22736-77 ; Патрон сверлильный 7100-0011			W _x =80±0,1; W _z =0		14±0,18		04	
T10	5	5	Фреза d8 2220-0009 концевая ГОСТ 17025-71; ; переходник от MAS-BT 403 к цанговому			W _x =110±0,1; W _z =0		26. ^{0,052} , 20. ^{+0,052}		05	
T11											
T12											
T13											
T14											
T15											
T16											
КНИ		102									

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

											4	
	Разраб.	Матвеев А.В.								ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00	025
	Пров.	Анисимова М.А.										



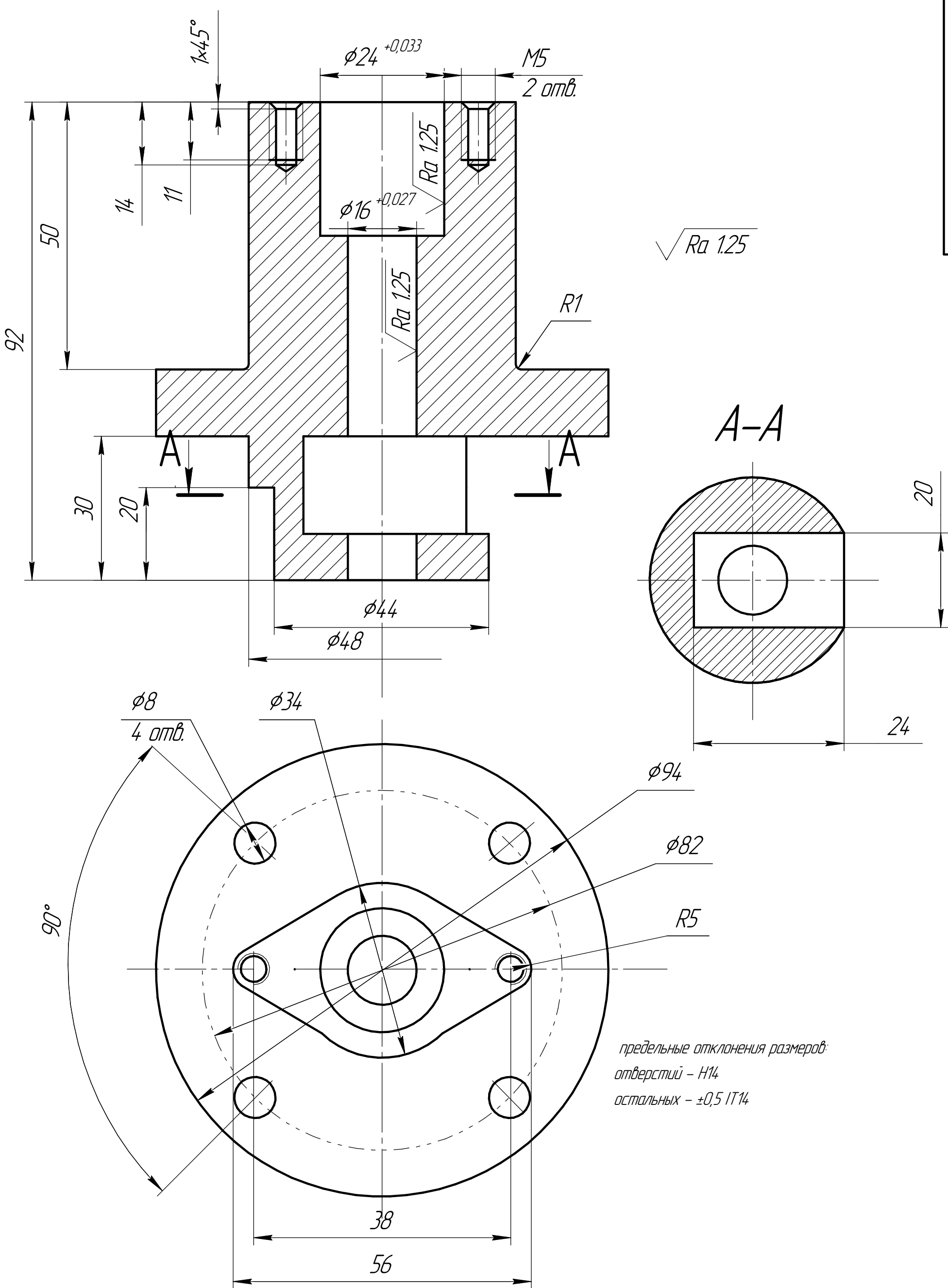
										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Мматвеев А.В.						ТПУ		ИШНПТ-1005.00.00.00			ИШНПТ 4А6А			
Пров.		Анисимова М.А.														
										Крышка					025	
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Внутришлифовальная				Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70				241HRC		кг	1,28	Прокат Ø97×94			5,45	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Внутришлифовальный Станок 3К227В								2,66	1,22		10	3,9	-			
Р					ПИ	Д или В		L		t	i	S	n	V		
O01	Установить деталь в Цанговый Патрон.															
O02	Базы: Наружный диаметр и торец															
T03	Цанговый Патрон 1-30-2-90 ГОСТ 26539-85															
T04	1.Шлифовать отверстия Ø24 ^{+0,033} мм и Ø16 ^{+0,027} мм															
O05	Головка шлифовальная АW 8x10 24А 25-Н СТ1 6 К А															
O06	Головка шлифовальная АW 20x25 24А 25-Н СТ1 6 К А															
O07	Оправка для шлифовального круга Ø6 ГОСТ 2270-78															
T08	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75															
T09	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166															
T10																
T11																
OK		105														

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Матвеев А.В.						ТПУ		ИШНПТ-1005.00.00.00					ИШНПТ 4А6А	
Пров.		Анисимова М.А.														
															030	
Н. контр.										Крышка						
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Слесарная				Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70				217НВ		кг	1,28	Прокат Ø97×94			5,45	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93										1	4	-				
Р							ПИ	Д или В		L		t	i	S	n	V
О01	1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.															
Т02	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75;															
Т03	Надфиль 2826 0054 ГОСТ 1513-77															
Т04	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-															
ОК																
		106														

[illegible]

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Спроб. №	Перв. примен.



ИШНПТ.4A51012.01.00.00

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ.4A51012.01.00.00			
Крышка		Лит.	Масса
Чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1214-70		Лист	Масштаб
			1:1

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

ИШНПТ.4А51012.00.00.01

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

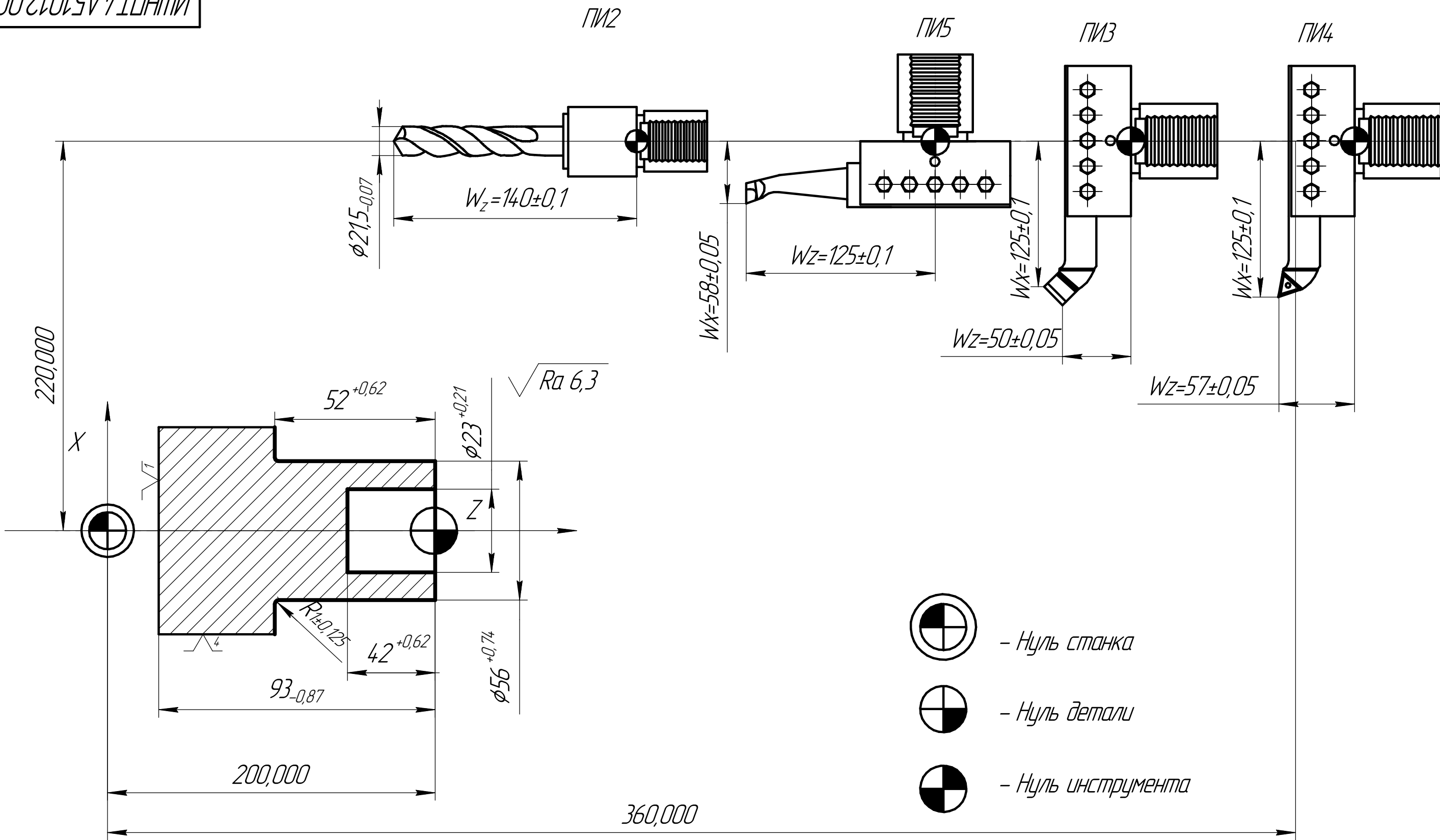
Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №

Не для коммерческого использования

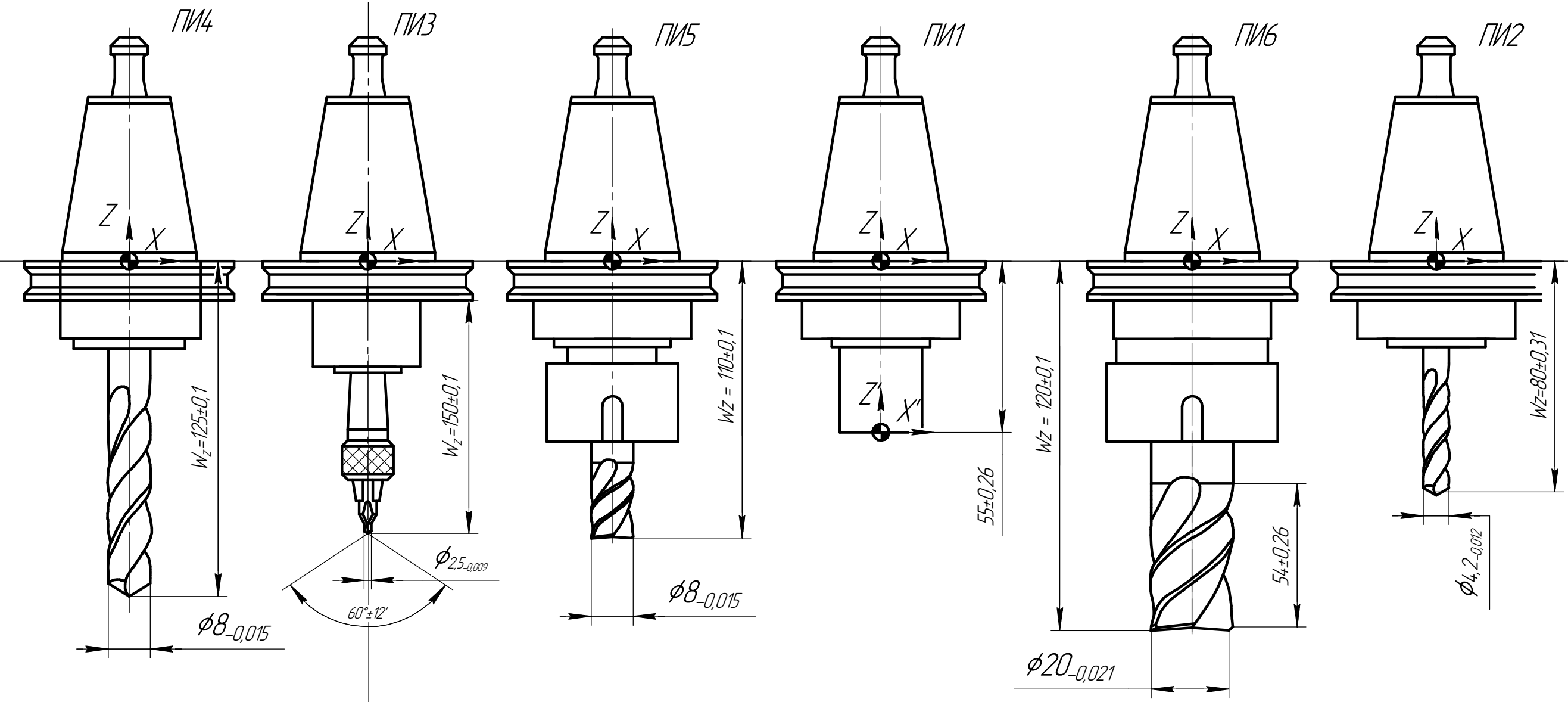
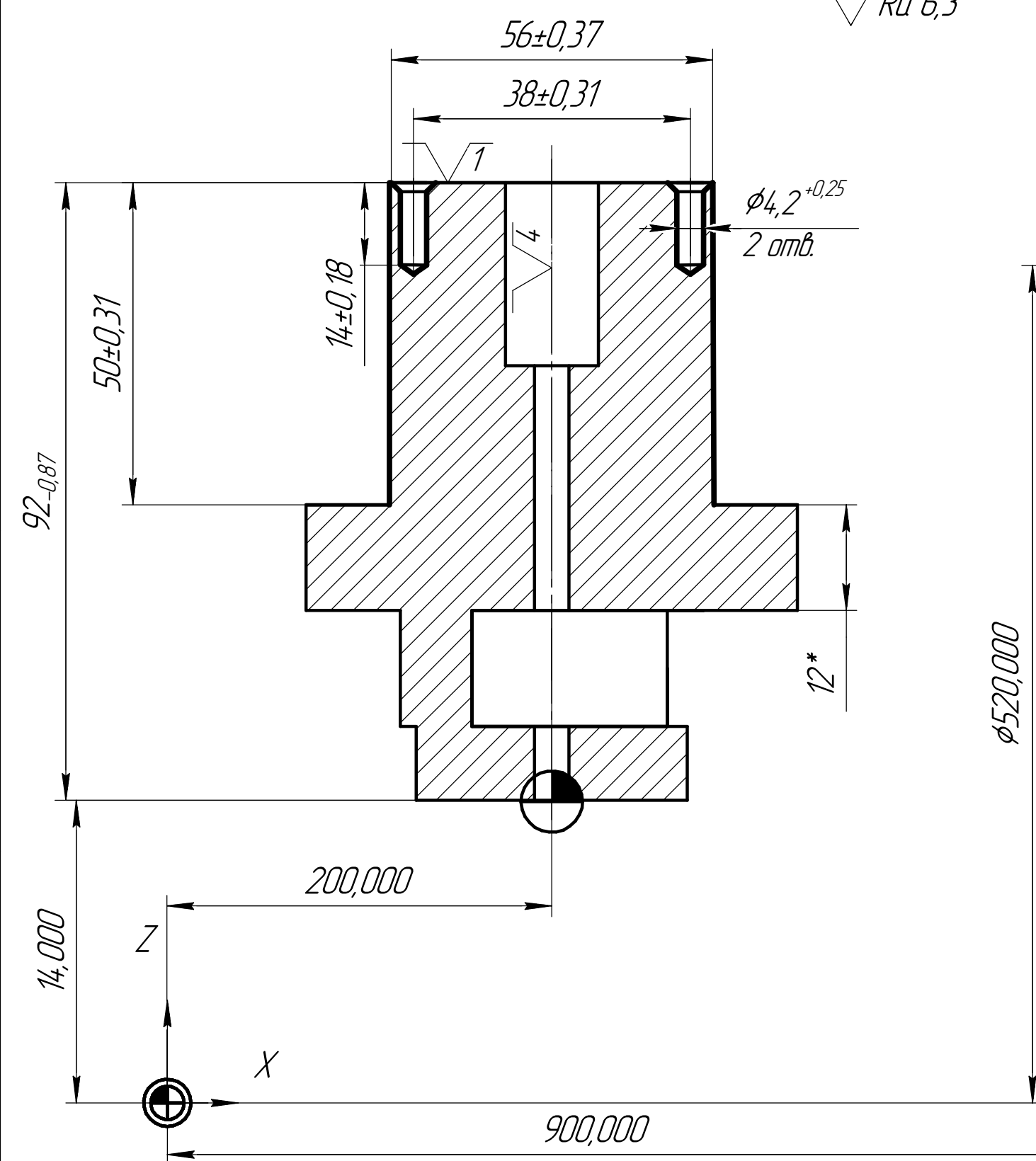


- Ноль станка
- Ноль детали
- Ноль инструмента

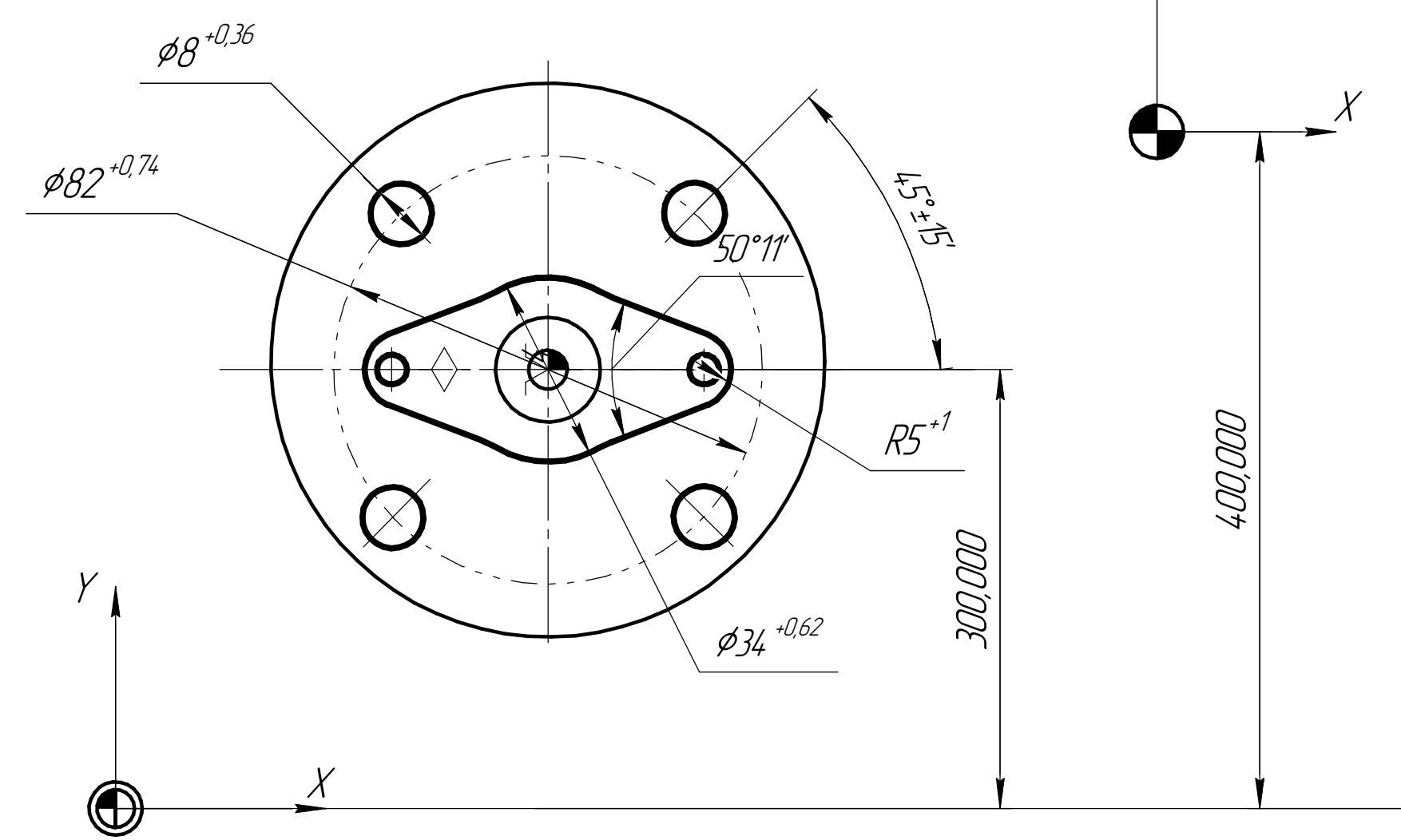
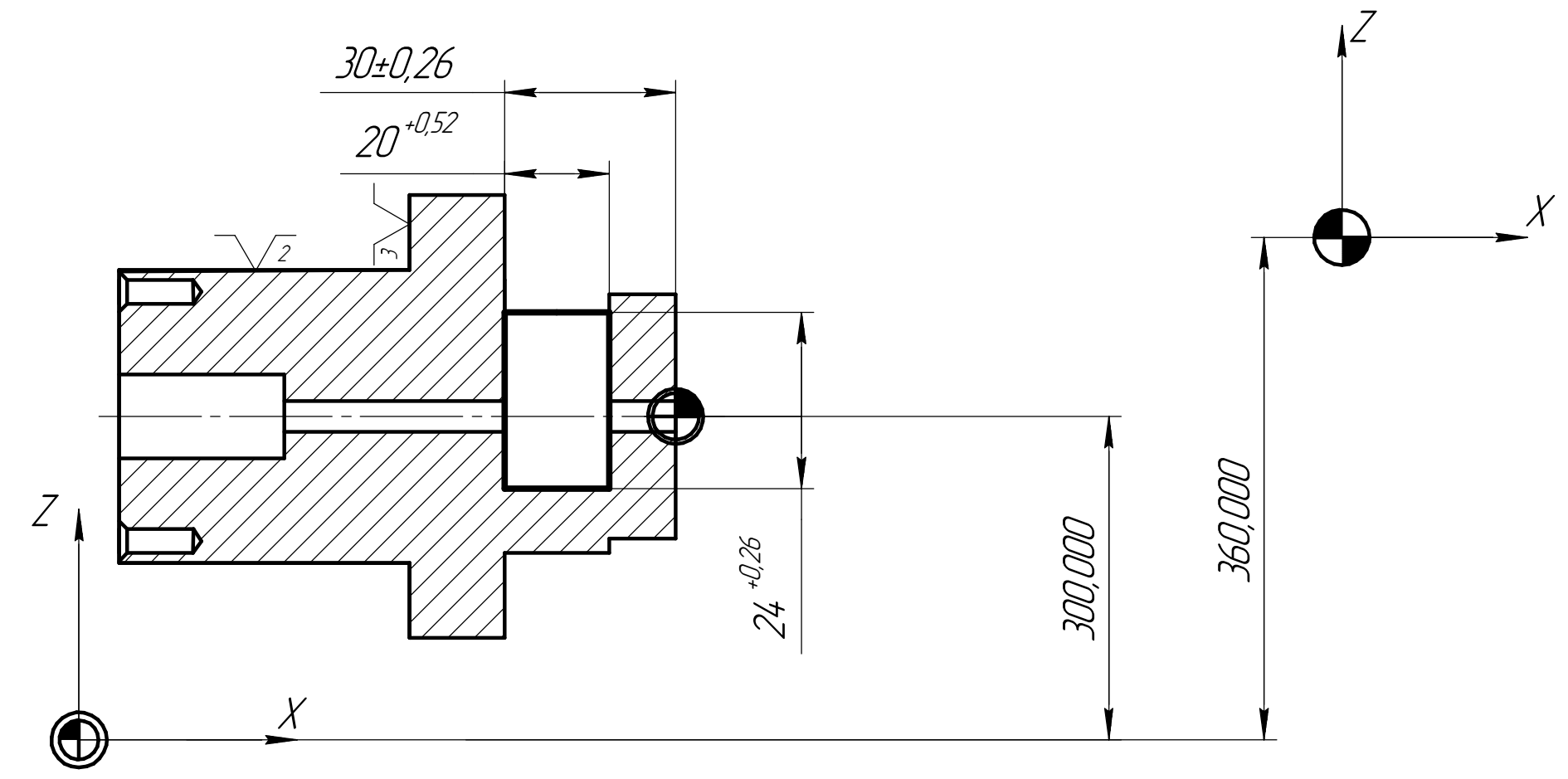
ИШНПТ.4А51012.00.00.01					Карта наладки для токарной операции		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Матвеев А.В.						1:1
Пров.	Анисимова М.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А		
Н.контр.					Формат А3		
Утв.					Копировал		

Установ А

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



Установ Б

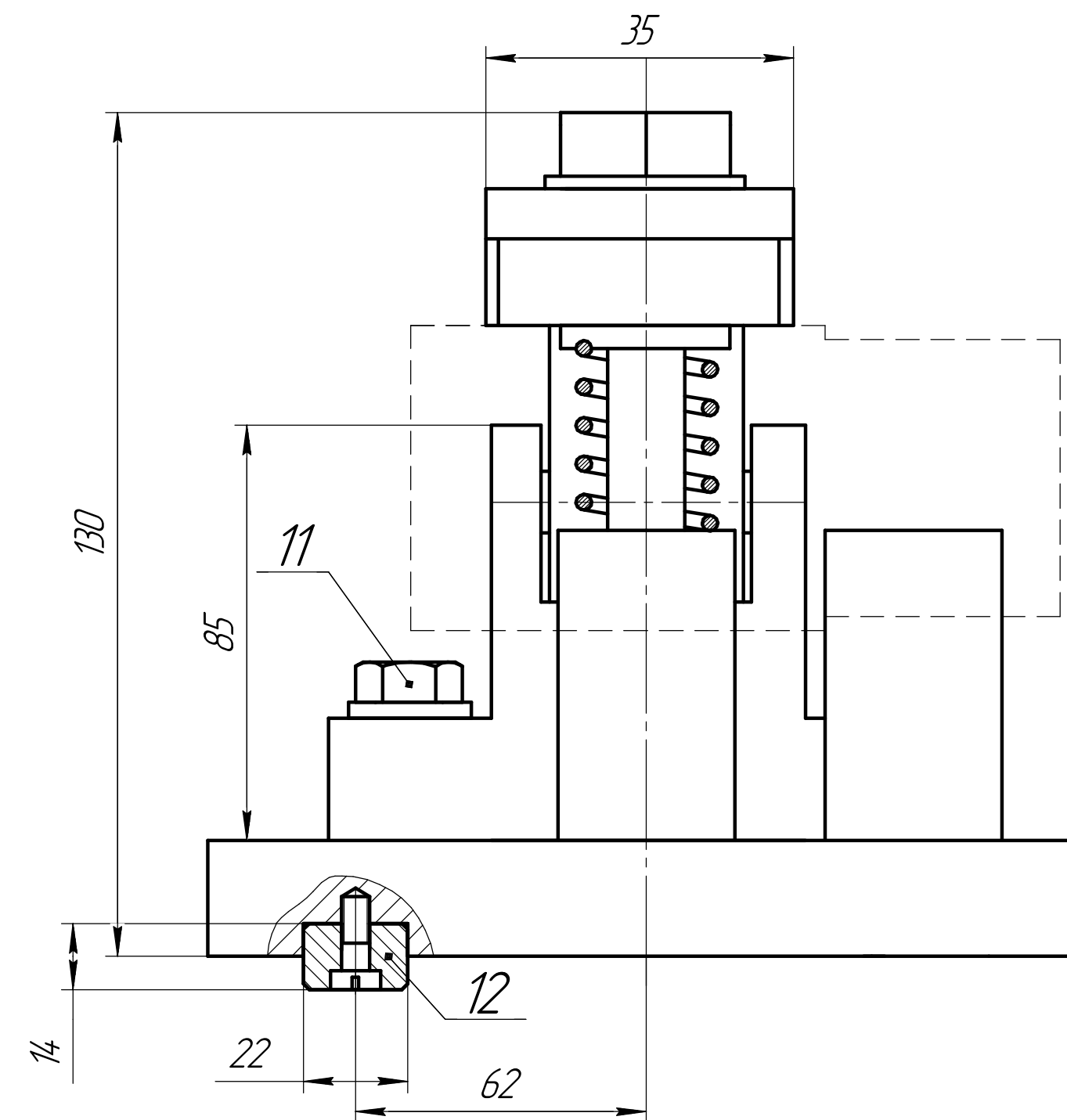
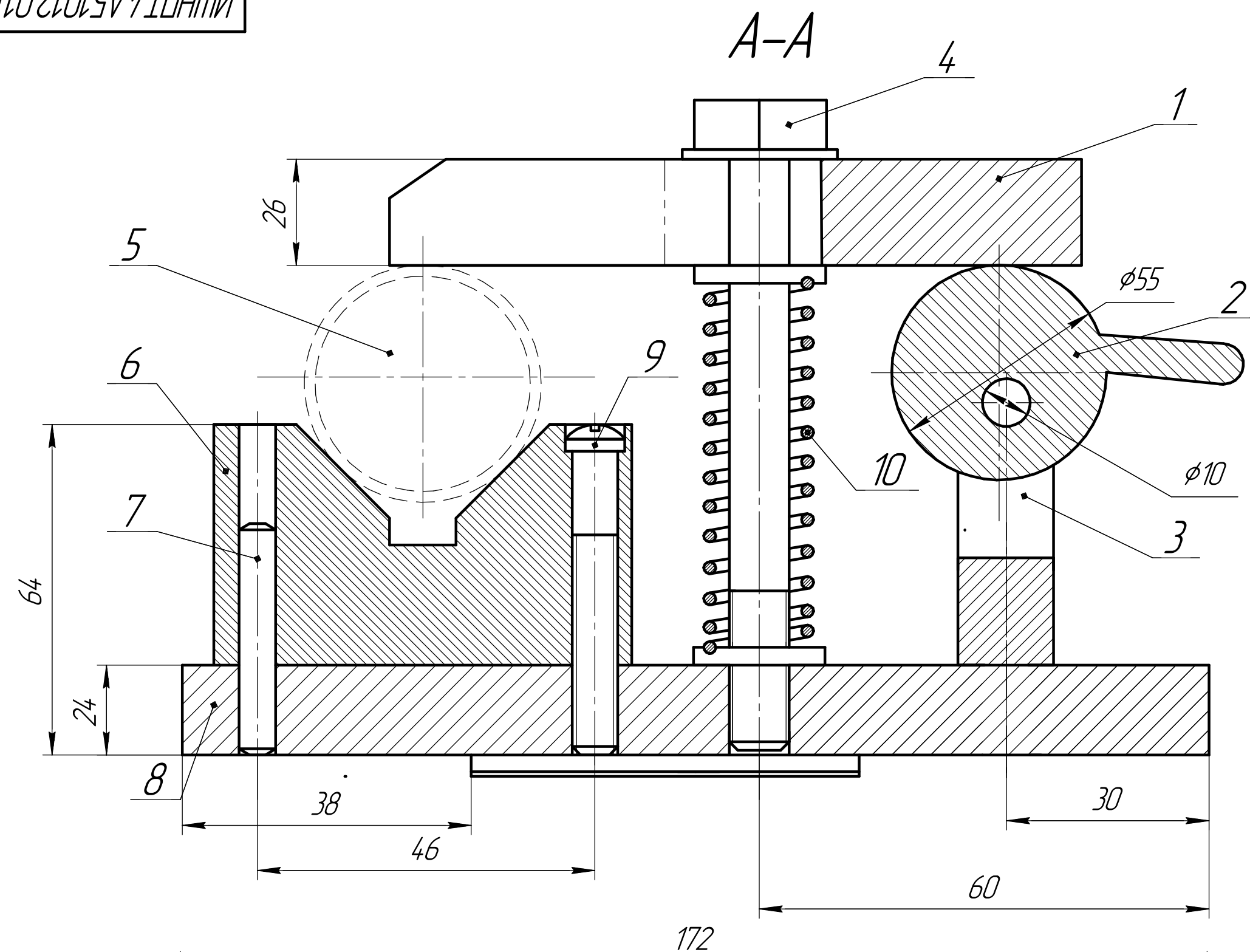


- ⊕ - Нуль станка
- ⊕ - Нуль детали
- ⊕ - Нуль инструмента

* - Размер для справок

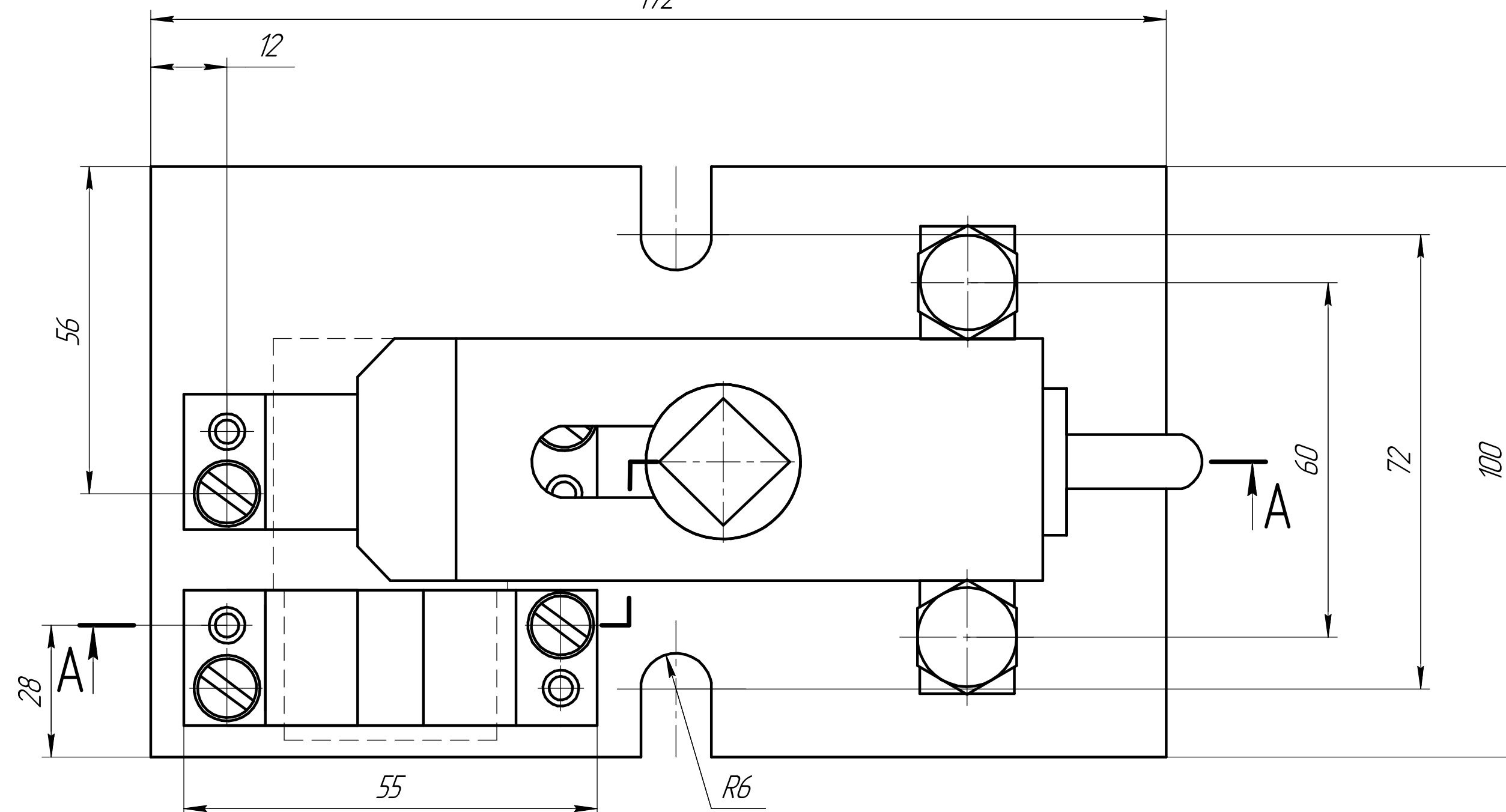
ИШНПТ.4А51012.00.00.03				Карта наладки для фрезерной операции		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Матвеев А.В.					1:1
Проб.	Анисимова М.А.			Лист	Листов	1
Т.контр.				ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А		
Н.контр.				Формат А2		
Утв.				Копировал		

ИШНПТ.4А51012.01.00.СБ



Технические характеристики:
1. максимальный диаметр заготовки – 94мм
2. масса – 3,7 кг
3. усилие зажима 54 77 Н

Технические требования:
1. твердость прижимной планки 4.15 HRC



ИШНПТ.4А51012.01.00.СБ						Приспособление для фрезерования		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Матвеев А.В.							1:1
Проб.	Анисимова М.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ Гр.4А6А		
Н.контр.						Копировал		
Утв.						Формат А2		

Перв. примен.

Справ. №

КМДАС-301 v8.1 Учредит. версия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Инд. № подл. Подп. и дата. Возм. инд. № Инд. № подл. Подп. и дата.

Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D v18.1 Чудная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №	A1			ИШНПТ-4А51007.01.00.00 СБ	Документация	1			
					Детали				
		1		ИШНПТ-4А51012.01.00.01 СБ	Прижим	1			
		2		ИШНПТ-4А51012.01.00.02 СБ	Эксцентрик	1			
		3		ИШНПТ-4А51012.01.00.03 СБ	Корпус	1			
		6		ИШНПТ-4А51012.01.00.05 СБ	Призма	2			
		8		ИШНПТ-4А51012.01.00.07 СБ	Плита	1			
		10		ИШНПТ-4А51012.01.00.09 СБ	Пружина	4			
Подп. и дата					Стандартные изделия				
		4			Винт М20х2				
					ГОСТ 1482-84				
		7			Штифт 10х60				
					ГОСТ 3128-70				
		11			Болт М12х1,5				
					ГОСТ 7798-70				
		12			Шпонка 22х14х40				
					ГОСТ 14737-69				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-4А51012.01.00.00 СБ			
	Разраб.	Матвеев А.В.				Специальное приспособление	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Анисимова М.А.					4	1	1
	Н.контр.						ТПУ ИШНПТ		
	Утв.						Группа 4А6А		